

99 22679



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

Patentschrift
DE 197 26 860 C 1

(21) Aktenzeichen: 197 26 860.9-31
(22) Anmeldetag: 24. 6. 97
(43) Offenlegungstag: -
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 28. 1. 99

51 Int. Cl.⁶:
H 04 N 5/74
H 04 N 9/14
H 04 N 9/31
G 02 B 26/10
G 02 B 26/12
// H04N 1/036

DE 197 26 860 C 1

B4

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(73) Patentinhaber:

LDT GmbH & Co. Laser-Display-Technologie KG,
07552 Gera, DE

(74) Vertreter:

Dr. Werner Geyer, Klaus Fehners & Partner, 80687
München

(72) Erfinder:

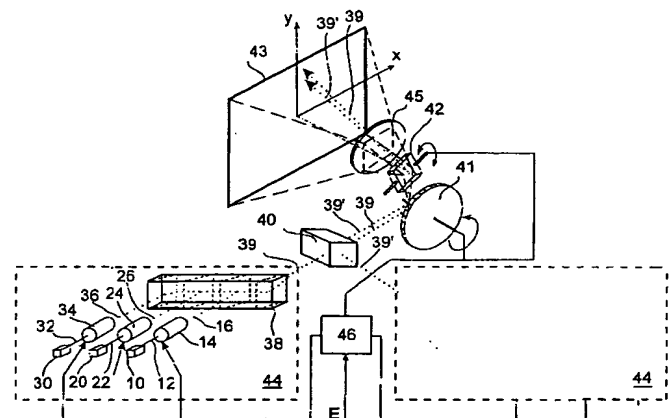
Deter, Christhard, 07546 Gera, DE; Hiller, Klaus,
07551 Gera, DE; Vogel, Wolfgang, 07747 Jena, DE;
Frost, Holger, 07548 Gera, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 1 95 17 357 C1
DE 43 24 848 C1
DE 41 39 842 A1
US 47 96 961
US 35 69 616
WO 95 10 159 A2

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Darstellung eines Videobildes sowie ein Herstellungsverfahren für die
Vorrichtung

(57) Bei einer Vorrichtung zur Darstellung eines Videobildes mit einer mindestens ein intensitätsmoduliertes Lichtbündel (39, 39') emittierenden Quelle (44, 44') sowie einer Ablenkeinrichtung (41, 42) zum Ablenken des Lichtbündels (39, 39'), sowohl zum winkelproportionalen Rastern von N_p Bildpunkten in Zeilen über einen Winkel α_p als auch zum winkelproportionalen Rastern des Lichtbündels (39, 39') von N_z Zeilen des Videobildes über einen Winkel α_z , emittiert die Quelle (44, 44') zwei unabhängig voneinander modulierbare Lichtbündel (39, 39'), von denen das erste (39) mit der Videoinformation zum Beleuchten eines jeweils durch Rastern angesteuerten ersten Bildpunktes und das zweite mit der Videoinformation zum Beleuchten eines zweiten Bildpunktes moduliert wird, wobei die Videoinformation des zweiten Bildpunktes gegenüber der Videoinformation des ersten Bildpunktes um m_z Zeilen eines Bildes und m_p Bildpunkte einer Zeile, mit ganzen Zahlen $m_z \leq N_z$ und $m_p \leq N_p$ sowie m_z und/oder $m_p \neq 0$, versetzt ist, daß ein optisches System (40) vorgesehen ist, das die beiden Lichtbündel (39, 39') an einem gemeinsamen, in Lichtausbreitungsrichtung vor oder innerhalb der Ablenkeinrichtungen gelegenen reellen oder virtuellen Punkt (54) zusammenführt, von dem aus die beiden Lichtbündel (39, 39') unter einem vorgegebenen Winkel $m_z \times \alpha_z / N_z$ in Bildrasterichtung sowie $m_p \times \alpha_p / N_p$ in Zeilenrasterichtung auseinanderlaufen.



DE 197 26 860 C 1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Darstellung eines Videobildes mit einer mindestens ein intensitätsmoduliertes Lichtbündel emittierenden Quelle sowie einer Ablenkeinrichtung zum Ablenken des Lichtbündels, sowohl zum winkelproportionalen Rastern von N_p Bildpunkten in Zeilen über einen Winkel α_p als auch zum winkelproportionalen Rastern des Lichtbündels von N_z Zeilen des Videobildes über einen Winkel α_z . Weiter bezieht sich die Erfindung auf ein Herstellungsverfahren für eine derartige Vorrichtung, für die eine mindestens ein intensitätsmoduliertes Lichtbündel emittierende Quelle sowie eine Ablenkeinrichtung, sowohl zum winkelproportionalen Rastern von N_p Bildpunkten in Zeilen über einen Winkel α_p als auch zum winkelproportionalen Rastern von N_z Zeilen des Videobildes über einen Winkel α_z des Lichtbündels, vorgesehen werden. Außerdem bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zur Darstellung eines Videobildes, bei dem mindestens ein intensitätsmoduliertes Lichtbündel aus einer Quelle emittiert sowie mittels einer Ablenkeinrichtung, sowohl zum winkelproportionalen Rastern von N_p Bildpunkten in Zeilen über einen Winkel α_p als auch zum winkelproportionalen Rastern von N_z Zeilen des Bildes über einen Winkel α_z , abgelenkt wird.

Wenn im folgenden von "Quelle" gesprochen wird, ist damit nicht nur ein einziger Lichterzeuger, sondern auch jede Kombination verschiedener Lichtquellen in beliebiger Anordnung gemeint.

Vorrichtungen gemäß der obigen Angabe sind beispielsweise aus der DE 43 24 848 C1 bekannt. Bei derartigen Vorrichtungen werden in Entsprechung zum Elektronenstrahl beim herkömmlichen Fernsehen Lichtbündel zeilenweise in Richtung auf einen Schirm abgelenkt. Eine weitere Ablenkung senkrecht zu der Zeilenrasterung dient zum bildmäßigen Rastern.

Während des Rasterns werden einzelne Bildpunkte auf dem Schirm beleuchtet, wobei die Intensitäten der Lichtbündel bezüglich der Farbe und Helligkeit der jeweils beleuchteten Bildpunkte gesteuert werden. Zur Farbdarstellung sind in der Quelle drei Laser unterschiedlicher Wellenlänge vorgesehen, deren Intensität in geeigneter Weise moduliert ist.

Die Zeilenablenkung ist dabei problematisch, da sie einer sehr hohen Frequenz bedarf. Solche Ablenkungen werden üblicherweise mit akustooptischen Modulatoren oder gemäß der DE 43 24 848 C1 mit Polygonspiegeln durchgeführt. Es ist aber zu erwarten, daß man bei einer zukünftigen Fernsehnorm hoher Auflösung, wie HDTV, schnell an die physikalischen Grenzen bezüglich der Ablenkfrequenzen stößt. Es bedarf daher weiterer Entwicklungen auf dem Gebiet der Polygonspiegel oder der akustooptischen Modulatoren.

Bei einer vertikalen Ablenkfrequenz (Bild- oder Halbbildfrequenz) von 50 Hz werden beispielsweise folgende Frequenzen für die Zeilenablenkung gefordert:

| | |
|---------------------|-----------|
| PAL interlaced | 15.625 Hz |
| PAL non-interlaced | 31.250 Hz |
| HDTV interlaced | 31.250 Hz |
| HDTV non-interlaced | 62.500 Hz |

Mit hochentwickelten Polygonspiegelrädern werden horizontale Ablenkfrequenzen von etwa 32 kHz erreicht. Typische technische Daten dafür sind 1.250 Hz Drehfrequenz unter Verwendung von 25 Facetten. Derartige Polygonspiegel und andere mechanische Spiegelablenksysteme mit ähnlichen Parametern stellen praktisch schon ein Optimum bezüglich erreichbarer Dynamik, Ablenkwinkel, Durchmesser des Lichtbündels, Dispersionsunabhängigkeit, Geräusch, Baugröße, Medienversorgung und Kosten dar.

Die Beschränkungen in der Dynamik massebewegter mechanischer Ablenksysteme begrenzen jedoch die an sich hervorragende Eignung dieser Systeme für Anwendungen im Bereich der hochqualitativen Laserprojektionstechnik, insbesondere für ein Laserkino oder ein Planetarium.

Eine Verdopplung der Ablenkfrequenz z. B. durch die Verdopplung der Polygonfacetten ist durch die dann verringerte Länge der einzelnen Facetten bei gleichem Durchmesser nicht möglich. Eine Vergrößerung des Durchmessers erhöht dagegen die Anforderungen an den Polygonspiegel erheblich. Eine Verdopplung der Drehfrequenz stellt ferner sehr hohe Anforderungen an den Antrieb und die Lagerung des Polygonspiegels, insbesondere jedoch an seine Materialeigenschaften, da eine Verdopplung der Drehfrequenz eine Vervierfachung der Fliehkräfte bewirkt und übliche Materialien diesen Kräften ab einer bestimmten Grenze nicht standhalten und zum Zerreißen des Polygonspiegels führen können.

Aus diesen Gründen ist die Forderung nach der Erhöhung der Ablenkfrequenz mechanischer Ablenkeinrichtungen nicht ohne weiteres zu erfüllen. Möglicherweise können diese Schwierigkeiten jedoch durch neue Materialien und neue Technologien für schnelle, mechanisch arbeitende Lichtablenkeinrichtungen oder nichtmechanische, insbesondere elektrooptische und akustooptische Strahlablenkeinrichtungen gelöst werden.

Ein weiteres Problem ergibt sich aus der Forderung nach Lichtbündeln geringer Divergenz, damit eine geeignete Auflösung erreicht wird. Deswegen verwendet man gemäß dem momentan bekannten Stand der Technik üblicherweise Laser zur Erzeugung der Lichtbündel, für die das ausgehende Lichtbündel im wesentlichen parallel ist. Besonders bei Großbildprojektionen stößt man aber sehr schnell an die Grenze heute verfügbarer Laserleistungen. Man könnte diesbezüglich daran denken, ein primäres Lichtbündel über mehrere optische Verstärker zu führen, aus denen dann Lichtbündel höherer Ausgangsleistung gewonnen werden, die wiederum in einem einzigen Strahl zusammengefaßt werden. Dabei zeigt sich jedoch, daß aufgrund von Kohärenz und temperaturabhängiger Phasenlage der ausgehenden Lichtbündel im Fernfeld trotzdem nur eine niedrige und instabile Lichtintensität verfügbar ist.

Zur Lösung beider Probleme wird in der DE 41 39 842 A1 vorgeschlagen, das Videobild in verschiedene Teilbilder zu unterteilen und diese getrennt mit jeweils einer Laserquelle und zugehörigen Ablenkeinrichtungen darzustellen.

Dieses System ist aufwendig und hat zudem noch einen weiteren Nachteil. Bei der einleitend genannten Vorrichtung ist nämlich die Bildqualität aufgrund der winkelproportionalen Ablenkung paralleler Lichtbündel unabhängig vom Abstand zwischen Projektionsschirm und Ablenkeinrichtung. Mit dem Abstand ändert sich ausschließlich die Bildgröße, wobei das Bild bei Änderung des Abstands jedoch niemals unscharf wird. Das erlaubt beispielsweise die Abbildung von Bildern auf beliebige gekrümmten Oberflächen, so daß auch Planetariums- oder Flugsimulationsanwendungen sowie so-

gar neue Showanwendungen in derartigen Vorrichtungen möglich werden. Dies ist bei Videogeräten gemäß DE 41 39 842 A1 dagegen nicht möglich, denn bei Änderung des Abstands überlappen oder trennen sich die einzelnen Teilbilder.

Die gleichen Nachteile ergeben sich aus einem Vorschlag gemäß der US 4 796 961 für das Rastern mit Polygonspiegeln in der Drucktechnik. Dabei werden zwei Laserlichtbündel unterschiedlich polarisiert und mittels eines Polarisationsstrahlteilers so zusammengeführt, daß jeweils zwei Zeilen gleichzeitig mit demselben Polygonspiegel abgelenkt werden. Dies verringert zwar den Aufwand gegenüber der Aufteilung in Teilbilder gemäß der DE 41 39 842 A1. Jedoch würde die Zeilendichte bei Anwendung dieser Technik in einem Videogerät, da die Lichtbündel nach diesem Polarisationsstrahlteiler zum Zusammenfügen der polarisierten Lichtbündel parallel verlaufen, abhängig vom Abstand des Schirms zur Ablenkeinrichtung. Daher ist diese Rastertechnik zur Beseitigung der angesprochenen Problematik für ein Videogerät der eingangs genannten Art nicht verwendbar.

Bei einem Videogerät gemäß der WO 95/10159 A2 wird allerdings eine ähnliche Technik eingesetzt. Die von einer Laserzeile ausgehenden Laserstrahlen werden dabei über eine Linse auf den ablenkenden Polygonspiegel geworfen und für verschiedene Zeilen gemeinsam abgelenkt. Dabei wird mit dem Polygonspiegel jedoch keine winkelpportionale Zeilenrasterung in verschiedenen Zeilen durchgeführt, sondern die gesamte Laserzeile über die nacheinander ablenkenden Facetten gemäß einer Tangensabhängigkeit verschoben. Es ist fraglich, ob ein derartiger Polygonspiegel überhaupt gefertigt werden kann, denn es bedarf eines sehr genauen Schliffs bezüglich des Tangens des Ablenkswinkels. Eine winkelpportionale Ablenkung bei diesem Verfahren würde ferner keine gleichmäßige Zeilendichte ergeben, so daß nur Bilder geringer Qualität erreichbar wären.

Weiter müssen die von dem Polygonspiegel reflektierten Laserstrahlen wieder in eine Bildpunktreihe umgewandelt werden, wozu es einer weiteren Linse bedarf. Zur Erzeugung der endgültigen Bildgröße wird dann noch eine weitere Projektionsoptik nachgeschaltet, die auf die Projektionswand fokussiert, so daß der oben genannte Vorteil der Bildvergrößerung bei Abstandsvergrößerung bzw. der Vorteil der Formunabhängigkeit der Projektionsfläche nicht gegeben sind.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein eingangs genanntes Videogerät für eine erhöhte Lichtleistung zu verbessern, bei dem die mit diesem generierten Videobilder unabhängig von Abstand bzw. Form des Projektionsschirms von der Ablenkeinrichtung scharf abgebildet werden. Insbesondere soll die Erfindung auch bezüglich erhöhter Bildpunktdichte weitergebildet werden können, so daß beispielsweise auch hochaufgelöste Bilder (HDTV-non-interlaced) sogar beim Rastern im non-interlaced Verfahren darstellbar sind.

Die Aufgabe wird für eine Vorrichtung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß die Quelle zwei unabhängig voneinander modulierbare Lichtbündel emittiert, von denen das erste mit der Videoinformation zum Beleuchten eines jeweils durch Rastern angesteuerten ersten Bildpunktes und das zweite mit der Videoinformation zum Beleuchten eines zweiten Bildpunktes moduliert sind, wobei die Videoinformation des zweiten Bildpunktes gegenüber der Videoinformation des ersten Bildpunktes um m_z Zeilen eines Bildes und m_p Bildpunkte einer Zeile, mit ganzen Zahlen $m_z \leq N_z$ und $m_p \leq N_p$ sowie m_z und/oder $m_p \neq 0$, versetzt ist, und daß ein optisches System vorgesehen ist, das die beiden Lichtbündel an einem gemeinsamen, in Lichtausbreitungsrichtung vor oder innerhalb der Ablenkeinrichtungen gelegenen reellen oder virtuellen Punkt zusammenführt, von dem aus die beiden Lichtbündel unter einem vorgegebenen Winkel $m_z \times \alpha_z / N_z$ in Bildrasterichtung sowie $m_p \times \alpha_p / N_p$ in Zeilenrasterichtung auseinanderlaufen.

Mit dieser Vorrichtung läßt sich auch das eingangs genannte Verfahren erfindungsgemäß ausgestalten, indem von der Quelle zwei Lichtbündel emittiert werden, von denen das erste mit der Videoinformation zum Beleuchten eines jeweils durch Rastern angesteuerten ersten Bildpunktes und das zweite mit der Videoinformation eines zweiten Bildpunktes moduliert werden, wobei die Videoinformation des zweiten Bildpunktes gegenüber der des ersten Bildpunktes um m_z Zeilen und m_p Bildpunkte versetzt ist, mit ganzen Zahlen $m_z \leq N_z$ und $m_p \leq N_p$ sowie m_z und/oder $m_p \neq 0$, und indem die beiden Lichtbündel mittels eines optischen Systems an einem gemeinsamen, in Lichtausbreitungsrichtung vor oder innerhalb der Ablenkeinrichtung gelegenen reellen oder virtuellen Punkt zusammengeführt werden, von dem aus die beiden Lichtbündel unter einem vorgegebenen Winkel der Größe $m_z \times \alpha_z / N_z$ in Bildrasterichtung sowie $m_p \times \alpha_p / N_p$ in Zeilenrasterichtung auseinanderlaufen.

Die Vorrichtung läßt sich erfindungsgemäß dadurch herstellen, daß die Quelle für das Emittieren zweier unabhängig voneinander modulierbarer Lichtbündel ausgebildet wird, von denen das erste mit der Videoinformation zum Beleuchten eines jeweils durch Rastern angesteuerten ersten Bildpunktes und das zweite mit der Videoinformation zum Beleuchten eines zweiten Bildpunktes moduliert werden, wobei die Videoinformation des zweiten Bildpunktes gegenüber der des ersten Bildpunktes um m_z Zeilen eines Bildes und m_p Bildpunkte in einer Zeile versetzt ist, mit ganzen Zahlen $m_z \leq N_z$ und $m_p \leq N_p$ sowie m_z und/oder $m_p \leq 0$ daß ein optisches System vorgesehen wird, das die beiden Lichtbündel an einem gemeinsamen in Lichtausbreitungsrichtung vor oder innerhalb der Ablenkeinrichtung gelegenen reellen oder virtuellen Punkt zusammenführt, von dem aus die beiden Lichtbündel unter einem vorgegebenen Winkel der Größe $m_z \times \alpha_z / N_z$ in Bildrasterichtung sowie $m_p \times \alpha_p / N_p$ in Zeilenrasterichtung auseinanderlaufen, und daß die Ablenkeinrichtung bezüglich der beiden Lichtbündel für das synchrone Rastern der beiden Lichtbündel über diejenigen Bildpunkte, für welche die Lichtbündel jeweils intensitätsmoduliert sind, angeordnet wird.

Ähnlich wie bei der US 4 796 961 erhält man also den Vorteil, daß mehrere Zeilen durch ein und dieselbe Ablenkeinrichtung, wie beispielsweise einen Polygonspiegel, gerastert werden, so daß die Leistung bezüglich der Anzahl der verwendeten Lichtbündel erhöht wird und weiter sogar die Rotationsfrequenz des Polygonspiegels herabgesetzt werden kann, wenn beispielsweise zusätzlich auch vorgesehen wird, daß die beiden Lichtbündel unterschiedliche Zeilen in einem Bild rastern. Die Erfindung unterscheidet sich aber von dieser Technik wesentlich durch das vorgesehene optische System. Während bei der US 4 796 961 die beiden Lichtbündel parallel aus dem optischen System herausgeführt werden, werden sie erfindungsgemäß so zusammengeführt, daß sie einen gemeinsamen Punkt reell oder virtuell durchlaufen und von diesem aus unter einem definierten Winkel ausfallen, der allein durch die Winkelablenkung des bildmäßigen Rasterns der Ablenkeinrichtung gekennzeichnet ist. Dies steht im Gegensatz zur Lehre der WO 95/10159 A2, gemäß der die Winkel von Lichtbündeln einzelner Zeilen aufgrund des Abstands der Relaislinse zum Polygonspiegel völlig unabhängig von irgendeiner winkelpportionalen Ablenkung festgelegt sind, die bei dieser Technik auch gar nicht vorgenommen

wird. Die Erfindung geht jedoch noch weiter als der angegebene Stand der Technik gestattet nämlich zusätzlich zum simultanen Rastern von Zeilen auch das gleichzeitige Rastern verschiedener Bildpunkte, was sich vor allem für die Erhöhung der Bildpunktheiligkeit vorteilhaft auswirkt.

Die Lage des erfindungsgemäß vorgegebenen Punktes, an dem die beiden Lichtbündel zusammengeführt werden, nämlich vor oder innerhalb der Ablenkeinrichtung, ermöglicht die vorher beschriebene Änderung des Abstands zwischen Ablenkeinrichtung und Bildschirm in besonders günstiger Weise, wie aufgrund folgender Vorstellung sogleich einsichtig ist. Läge dieser Punkt nämlich beispielsweise in der Mitte zwischen der Projektionswand und der Ablenkeinrichtung, ließe sich dann nach Verschieben der Projektionswand in die Nähe der Ablenkeinrichtung kein scharfes Bild mehr erzielen. Aufgrund der erfindungsgemäßen Lage des vorgegebenen Punktes kann der Bildschirm dagegen ohne

Qualitätsverlust auch besonders nah an die Ablenkeinrichtung herangeführt werden.

Eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung, die vor allen Dingen auch eine hohe Ablenkgeschwindigkeit begünstigt, sieht einen Bildspeicher vor, aus dem die jeweiligen Zeilen für das erste und das zweite Lichtbündel synchron auslesbar sind, und eine Steuereinrichtung zum Steuern der Quellen und/oder der Ablenkeinrichtung, um jede Zeile des Videobildes jeweils ausschließlich durch eines der beiden Lichtbündel zu rastern.

Aufgrund dessen werden unterschiedliche Zeilen eines Videobildes immer nur einmal gerastert. Dadurch wird eine erhöhte Zeilenzahl möglich, ohne daß die Geschwindigkeit der Ablenkeinrichtung, insbesondere die des schon genannten Polygonspiegels, erhöht werden müßte. Bei der Projektion eines TV-Bildes nach der HDTV-Norm wird beispielsweise im interlaced-Verfahren bei 50 Hz Halbbildfrequenz je ein Halbbild mit 625 Zeilen erzeugt. Bekanntermaßen ist aber bei dem sogenannten non-interlaced-Verfahren die Bildqualität wegen der 50 Hz-Vollbilddarstellung wesentlich verbessert. Dies ist dadurch begründet, daß die Horizontalzeilen, die zu je einem Halbbild gehören, nur mit 25 Hz Bildwiederholfrequenz dargestellt werden, obwohl das gesamte Bild aus größerem Abstand betrachtet mit einer Halbbildwechselfrequenz von 50 Hz erscheint.

Die durch Verdopplung der Ablenkgeschwindigkeit mögliche Bildwechselfrequenz von 50 Hz läßt das gesamte Bild dagegen nahezu flimmerfrei erscheinen. Beim non-interlaced-Verfahren wird allerdings eine doppelte Zeilenfrequenz benötigt, die aufgrund der Weiterbildung der Erfindung ohne größere technische Schwierigkeiten möglich ist, da hier zwei Zeilen gleichzeitig geschrieben werden.

Der Übergang vom interlaced-Verfahren zum non-interlaced-Verfahren ist also bei hochauflösenden Normen ohne weiteres gegeben, ohne daß die Zeilenfrequenz des beispielhaft genannten Polygonspiegels erhöht werden muß.

Eine weitere Möglichkeit besteht in einer reinen Zeilenverdopplung mit gleicher Videoinformation zur Erhöhung des Bildinhalts. Weiter besteht die Möglichkeit einer Bilddarstellung mit der Methode der Auflösungserhöhung, wie sie beispielsweise in der DE 195 17 357 C1 eingehend dargestellt ist. Insbesondere dafür kann ein Rastern zweier unterschiedlicher Bildpunkte in der gleichen Zeile ($m_z = 0$) vorteilhaft sein, bei der das erste Lichtbündel dann beispielsweise die erste Hälfte der Zeile schreibt und das zweite Lichtbündel gleichzeitig die zweite Hälfte schreibt. Dadurch können gegenüber dem Stand der Technik doppelt so viele Bildpunkte in der halben Rasterzeit für eine Zeile geschrieben werden.

Ferner ist auch eine Bilddarstellung bei 62,5 kHz interlaced-Betrieb mit einem Polygonspiegel und 31,25 kHz Rasterfrequenz möglich, wenn gleichzeitig vier Lichtbündel mit der Bildinformation jeweils einer Zeile intensitäts- und farbmoduliert und mit der gemäß der Erfindung vorgesehenen Ablenkeinrichtung gleichzeitig zur Abbildung gebracht werden. Durch diese Lösung kann weiter die Helligkeit des projizierten Bildes wesentlich erhöht werden. Durch das Übereinanderlegen von mit verschiedenen Lichtbündeln geschriebenen Zeilen ist es nicht mehr erforderlich, die Lichtbündel räumlich zu vereinigen, was – wie vorhergehend dargestellt – bisher Schwierigkeiten für die Erhöhung und Stabilität der Leistungsdichte im Fernfeld nach sich zog.

Die erfindungsgemäße Zahl m_z zwischen der Zeilenzahl des ersten Lichtbündels und der des zweiten Lichtbündels kann prinzipiell frei bis zur maximalen Zeilenzahl N_z gewählt werden. Beispielsweise ist es möglich, mit dem ersten Lichtbündel die erste, zweite, dritte usw. Zeile zu rastern, während mit dem zweiten Lichtbündel die 313., 314., 315. usw. Zeile gerastert werden, also bei einem 625-Zeilen-Bild die obere Hälfte von einem Lichtbündel und die untere Hälfte von dem anderen Lichtbündel erzeugt sind. Dies war beispielsweise bei dem durch die US 4 796 961 gegebenen Stand der Technik nicht möglich, da gemäß deren Lehre die Auftreffpunkte auf dem Polygonspiegel bei dieser Betriebsart sehr weit voneinander beabstandet wären, was unkontrollierte Ablenkungen aufgrund unterschiedlicher Pyramidalfehler für die beiden Lichtbündel in verschiedenen Zeilen aufgrund einer eventuellen Krümmung der Spiegelfacetten des Polygonspiegels zur Folge hätte.

Erfindungsgemäß ist diese Darstellungsart aber möglich, wenn beispielsweise der gemeinsame Punkt, von dem die Lichtbündel ausgehen, in der Nähe der Facetten-Oberfläche oder sogar auf der Facetten-Oberfläche des Polygonspiegels aufgrund der Auslegung des optischen Systems zu liegen kommt, da dann immer derselbe Teil des Polygonspiegels beide Lichtbündel abbildet.

Abgesehen von den nahezu frei wählbaren Zahlen m_z und m_y könnte bei einer ungünstigen Wahl von diesen die vorher genannte Steuereinrichtung allerdings sehr aufwendig werden, wenn beispielsweise sichergestellt werden soll, daß jeder Bildpunkt des Videobildes nur durch jeweils eines der Lichtbündel gerastert wird.

Bei einer vorzugsweisen Weiterbildung der Erfindung ist deshalb vorgesehen, daß das erste Lichtbündel entweder nur über ungerade oder nur über gerade Zeilenzahlen geführt ist und die Zahl m_z ungerade ist.

Dadurch erniedrigt sich der Steueraufwand wesentlich, da das erste Lichtbündel dann beispielsweise über die Zeilen 1, 3, 5 ... geführt wird, während das zweite Lichtbündel, beispielsweise bei $m_z = 3$, gleichzeitig mit diesem über die Zeilen 4, 6, 8 ... geführt wird. Dadurch wird automatisch verhindert, daß beide Lichtbündel jemals dieselbe Zeile beschreiben können. Aufgrund dessen wird vermieden, daß einzelne Bildpunkte durch Mehrfachbeleuchtung in einer höheren Intensität, bei zwei Lichtbündeln dann der doppelten Intensität, erscheinen.

Der elektronische Aufwand wird dadurch gegenüber anderen Lösungen, bei denen das Auslesen verschiedener Zeilen gegenseitig verriegelt werden müßte, damit einige Zeilen während eines Bildzyklus nicht von beiden Lichtbündeln geschrieben werden, drastisch verringert.

Sollen die Lichtbündel dagegen dieselben Bildpunkte schreiben, so ist gemäß einer bevorzugten Weiterbildung vorge-

sehen, daß das erste Lichtbündel N_1 Rastern eines vollständigen Bildes über fortlaufende Zeilenzahlen geführt wird. Dann schreibt auch das zweite Lichtbündel unabhängig von den Zahlen m_z und m_p das gesamte Bild. Die Bildpunktintensität pro Zeit ist daher bei zwei Lichtbündeln in jedem Videobild verdoppelt.

Bei einer anderen vorzugsweisen Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Ablenkeinrichtung einen Polygonspiegel für das Rastern von N_p Bildpunkten in Zeilenrichtung aufweist und der gemeinsame Punkt der Lichtbündel auf der jeweiligen ablenkenden Facette des Polygonspiegels liegt. Damit werden beide Lichtbündel von demselben Punkt des Polygonspiegels abgelenkt, unterschiedliche Pyramidalfehler für die Zeilen beider Lichtbündel, aufgrund einer eventuellen kleinen Krümmung der Polygonspiegelfacette, werden auf diese Weise vermieden, so daß es bei Fehlableitung nur einer einzigen Pyramidalfehlerkorrektur bedarf.

Bei einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weist die Ablenkeinrichtung einen Schwenkspiegel zum bildmäßigen Rastern von N_z Zeilen des Videobildes auf, und der gemeinsame Punkt liegt auf der Oberfläche des Schwenkspiegels.

Mit dem Schwenkspiegel wird das durch den Zeilenspiegel, beispielsweise den Polygonspiegel, zeilenmäßig abgelenkte Lichtbündel ferner in verschiedene Zeilenrichtungen abgelenkt. Wenn der gemeinsame Punkt auf der Oberfläche des Schwenkspiegels liegt, sind daher die gleichen optischen Bedingungen für die erfindungsgemäß gleichzeitig gerasterten Zeilen wie beispielsweise bei der Vorrichtung gemäß der DE 43 24 848 C1 gegeben. Damit läßt sich die Forderung, unabhängig von der Position des Projektionsschirms relativ zur Ablenkeinrichtung dieselbe Zeilendichte zu erreichen, besonders gut erfüllen. Dies ist zwar auch bei anderen Lagen des Ausgangspunkts der beiden Lichtbündel gegeben, wenn die Projektionswand sehr weit von der Ablenkeinrichtung entfernt ist, jedoch lassen sich hier vorteilhaft auch sehr kleine Bilder mit der Projektionswand in der Nähe der Ablenkeinrichtung, beispielsweise wenn sehr kompakte Videogeräte kleiner Bildgröße gefordert sind, verwirklichen.

Bei einer anderen bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist für jedes der Lichtbündel ein Lichtleiter vorgesehen, in den es von der Quelle aus eingeleitet ist. Die ausgangsseitigen Enden der Lichtleiter sind unter einem Abstand befestigt und ausgangsseitig ist nachfolgend eine fokussierende Einrichtung vorgesehen, in deren eingangsseitiger Brennebene die Ausgänge der Lichtleitfasern liegen, wodurch das Licht aus dem jeweiligen Lichtleiter einerseits parallelisiert ist und andererseits die beiden Lichtbündel unter Bildung der vorgegebenen Winkel α_p und α_z in einem Punkt zusammengeführt sind.

Aufgrund dieser Weiterbildung läßt sich das erfindungsgemäß vorgesehene optische System besonders einfach verwirklichen, wie vor allen Dingen auch nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen gezeigt wird. Aufgrund der Lichtleiter ergibt sich einmal ein kostengünstiges optisches System zum Zusammenführen der gemeinsam in verschiedenen Zeilen abzulenkenden Lichtbündel. Weiter sinkt der notwendige Justieraufwand für die Quelle gegenüber anderen optischen Systemen, da die Lichtleiter in einem definierten Abstand zusammengeführt sind, also diesbezüglich ein Justieren der Quelle für Ort und Winkel entfällt. Außerdem läßt sich mit Hilfe dieser fokussierenden Einrichtung sowohl das aus dem Lichtleiter ausfallende Licht in einfacher Weise parallelisieren und der Winkel in Abhängigkeit des Abstands der Lichtleiter von der ersten Hauptebene der fokussierenden Einrichtung definiert einstellen. Im einfachsten Fall ist die fokussierende Einrichtung eine Linse mit positiver Brechkraft, was zeigt, wie gering der Aufwand für das optische System gemäß dieser Weiterbildung gehalten werden kann.

Bei einer anderen vorzugsweisen Weiterbildung ist mindestens ein Lichtleiter ausgangsseitig unter einem Winkel zur optischen Achse angeordnet ist, der betragsmäßig kleiner als 30° und insbesondere kleiner als 1° ist. Durch den zusätzlichen Freiheitsgrad der Winkeleinstellung des Lichtleiters und damit des Lichtbündels ist der Ort des gemeinsamen Punktes in weiteren Bereichen wählbar als bei einer parallelen Anordnung der beiden Lichtleiter. Damit läßt sich die Vorrichtung einfach optimieren. Die angegebenen Obergrenzen für die Winkel haben sich in praktischen Versuchen als besonders geeignet erwiesen.

Der Aufwand sinkt gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung weiter, wenn die Lichtleiter in einem integriert-optischen Bauelement vorsehen werden, da integriert-optische Bauelemente kostengünstig mit geringen Fertigungstoleranzen herstellbar sind. Außerdem kann der geforderte Abstand zwischen den Ausgängen der Lichtleiter durch die Integration aufgrund der so möglichen geringen Fertigungstoleranzen besonders gut definiert festgelegt werden.

Besonders günstig hat es sich für das Rastern sehr nahe beieinanderliegender Zeilen eines Videobildes herausgestellt, wenn der Abstand der Ausgänge der Lichtleiter gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung größer als $10\text{ }\mu\text{m}$, insbesondere größer als $30\text{ }\mu\text{m}$, und kleiner als 1 mm ist, denn damit können einerseits (größer als $10\text{ }\mu\text{m}$) in einfacher Weise zwei sehr naheliegende Zeilen für das erste und das zweite Lichtbündel gemeinsam geschrieben werden, ohne daß, beispielsweise über Leckfeldkopplung, die Lichtinformation von einem Lichtleiter auf den anderen übergehen kann, andererseits (kleiner als 1 mm) kann der Punkt zum Zusammenführen, wie vorstehend schon erläutert, im wesentlichen unabhängig von der Lage der ablenkenden Polygonspiegelfacetten gewählt werden.

Eine andere vorteilhafte Möglichkeit ergibt sich gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung, bei der die Lichtleiter Kern und Mantel aufweisende Lichtleitfasern sind, die ausgangsseitig zusammengefügt sind, wobei die Mäntel an der Stelle zum Zusammenfügen abgeflacht sind, so daß die Kerne der beiden Lichtleitfasern ausgangsseitig einen geringen Abstand von größer als $10\text{ }\mu\text{m}$ aufweisen. Es ergeben sich so die gleichen Vorteile wie oben, jedoch werden hier flexible Lichtleitfasern als Lichtleiter eingesetzt, was den weiteren Vorteil hat, daß die Ausgänge der Lichtleitfasern zwar mechanisch starr unter dem verlangten Abstand miteinander verbunden sind, die Eingänge der Lichtleiter jedoch aufgrund deren Flexibilität zu nahezu beliebigen Orten verlegbar sind. Dies bedeutet, man kann aufgrund dieser Weiterbildung ein besonders kostengünstiges kompaktes Videogerät verwirklichen, weil der Ort und die Ausrichtung der Lichterzeuger frei wählbar werden.

Vorstehend wurde schon der Nachteil der Leckfeldkopplung zwischen Lichtleitern angesprochen. Ein Lichtbündel wird nämlich aufgrund dieser Kopplung nicht nur im Lichtleiter geführt, denn ein Teil des elektrischen Feldes fällt auch aufgrund der von Null verschiedenen Wellenlänge senkrecht zur Ausbreitungsrichtung aus dem Lichtleiter aus. Bei sehr nahe aneinanderliegenden Lichtleitern kann dieses "Leckfeld" im anderen Lichtleiter eine Mode anregen. Dies läßt sich, wie vorhergehend schon angedeutet, durch entsprechend großen Abstand zwischen den Zentren der lichtführenden Teile

der Lichtleiter vermeiden.

Man kann jedoch auch daran denken, den Abstand geringer zu halten, indem eine spiegelnde Fläche an den Kontaktflächen der Lichtleitfasern vorgesehen wird. Aufgrund der Spiegelung werden die Leckfelder reflektiert, so daß diese den anderen Lichtleiter nicht beeinflussen können. Allerdings entsteht dadurch erfahrungsgemäß eine Dämpfung, die dann durch eine konische Verbreiterung des Kerns, einen Taper ausgeglichen werden muß, der bei ungünstigen Verhältnissen keinen geringen Abstand zum Erzeugen kleiner Winkel α_p und α_z mehr gestattet.

Bei einer anderen vorteilhaften Weiterbildung ist vorgesehen, daß die Ablenkeinrichtung einen in zwei Richtungen beweglichen Spiegel aufweist, auf dessen Oberfläche beide Lichtbündel in dem gemeinsamen Punkt unter dem vorgegebenen Winkel zusammenlaufen, von dem aus dann die Lichtbündel reflektiert werden, und daß ein Antrieb für eine spiralförmige Bewegung des beweglichen Spiegels vorgesehen ist, wobei die Zeilen für die Größe m_z radial und die Bildpunkte für die Größe m_p in Fortschreitrichtung der so gerasterten Spirale gezählt sind.

Eine spiralförmige Rasterweise hat Vorteile bei Projektionen, die in Polarkoordinaten durchgeführt werden. Das ist beispielsweise bei Flugsimulatoren oder Planetarien günstig, da hier üblicherweise der Bildinhalt auf einer Kugel- oder Teilkugelfläche dargestellt werden soll. Spiralförmige Rastertechniken sind beispielsweise aus der US 3,569,616 bekannt.

Die zur Projektion auf einer planen Fläche ganz andersgeartete Geometrie läßt den Einsatz der Erfindung bei derartigen Rastertechniken mit spiralförmiger Ablenkung zunächst unwahrscheinlich erscheinen. Bei der angegebenen geeigneten Wahl der Zeilen- und Bildpunktkoordinaten bezüglich Radius und Umfang läßt sich die Erfindung jedoch unerwarteterweise ebenfalls einsetzen, woraus sich auch für diese Rasterweise die oben angegebenen Vorteile verwirklichen lassen. Dieses Beispiel zeigt auch, daß der Begriff der Zeile und des Bildpunktes wesentlich allgemeiner verstanden werden muß, als man von der bekannten Rastertechnik beim Fernsehen erwarten würde.

Die vorstehenden Erörterungen beziehen sich nur auf zwei Bildpunkte und zwei Lichtbündel. Vorteilhaft können aber auch mehr als zwei Lichtbündel für jeweils zugeordnete Zeilen eingesetzt werden, wobei die vorhergehend genannte Zahl zwei eine Teilmenge dieser mehreren Zeilen bzw. Bildpunkte sowie der Lichtbündel ist.

Insbesondere für mehr als zwei Lichtbündel ist gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, daß die Quelle vier unabhängig voneinander modulierbare Lichtbündel emittiert, von denen zwei Lichtbündel verschiedene Bildpunkte unter einem Winkel α_p einer ersten Zeile eines Bildes schreiben und die zwei anderen Lichtbündel verschiedene Bildpunkte unter einem Winkel α_p in einer zweiten Zeile, die gegenüber der ersten Zeile um m_z Zeilen versetzt ist, schreiben. Damit lassen sich sowohl die Vorteile des simultanen Schreibens verschiedener Bildpunkte in einer Zeile als auch verschiedener Zeilen mit einer einzigen Vorrichtung realisieren. Insbesondere wird dafür eine Weiterbildung bevorzugt, bei der die Quellpunkte der Lichtbündel in Lichtrichtung gesehen auf einer Brennebene einer optischen Einrichtung im Rechteck angeordnet sind. Die dadurch gegebene, in zwei Richtungen symmetrische Anordnung ist vor allen Dingen bezüglich der Genauigkeit der Bildprojektion vorteilhaft, da aufgrund dieser Weiterbildung bei Abbildung der beiden Bildpunkte unter dem Winkel α_p in einer Zeile auch gleich die gewünschte Bildpunktlage in der simultan gerasterten, um m_z versetzten Zeile sichergestellt ist.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnung im Prinzip noch näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung für eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Darstellung von Videobildern;

Fig. 2 ein Beispiel für das Rastern von Videobildern in Kartesischen Koordinaten;

Fig. 3 ein Beispiel für das Rastern von Bildern in ebenen Polarkoordinaten;

Fig. 4 eine schematische Darstellung für ein optisches System zum Einsatz bei der Vorrichtung von Fig. 1;

Fig. 5 bis 8 andere optische Systeme als das in Fig. 4 zum Einsatz bei der Vorrichtung von Fig. 1;

Fig. 9 eine perspektivische Ansicht eines integrierten Wellenleiterkopplers zum Zusammenführen von Lichtbündeln unterschiedlicher Wellenlängen;

Fig. 10 ein optisches System zum Einsatz bei der Vorrichtung von Fig. 1 mit zwei Wellenleiterkopplern gemäß Fig. 8;

Fig. 11 eine Schaltung zum Steuern der Vorrichtung von Fig. 1;

Fig. 12 mehrere Signalverläufe zur Erläuterung der Schaltung von Fig. 11.

In Fig. 1 ist eine Laserprojektionseinrichtung gezeigt, wie sie beispielsweise zur Darstellung von Farbvideobildern in Laserkinos, Planetarien, Flugsimulatoren oder auch im Heimbereich eingesetzt werden kann. Das Projektionsgerät gemäß Fig. 1 ist insbesondere auf eine farbige Bilddarstellung ausgerichtet. Für die Mischung von drei Grundfarben sind drei Laser 10, 20, 30, von denen drei Lichtbündel 12, 22, 32 ausgehen, vorgesehen, die Licht geeigneter Wellenlänge zum Erzeugen von Bildpunkten eines Videobildes emittieren. Für monochrome Bilder ist dagegen nur ein einziger Laser notwendig. Jedoch beziehen sich die folgenden Ausführungen beispielhaft ausschließlich auf Farbbilder. Modifikationen für monochrome Geräte sind durch Reduzierung auf einen einfarbigen Laser ohne weiteres möglich.

Die Laser 10, 20, 30 wurden statisch betrieben. Zur Ansteuerung der Laser bezüglich Bildpunktfarbe und Helligkeit werden die drei Lichtbündel 12, 22, 32 deshalb mit gesonderten Modulatoren 14, 24, 34 moduliert. Derartige Modulatoren können entfallen, wenn die Laser 10, 20, 30 beispielsweise Laserdioden sind, die direkt über deren Stromversorgung angesteuert und über diese modulierbar sind.

Mit den Modulatoren 14, 24, 34 wird die Helligkeit und die Farbe der einzelnen Bildpunkte in vergleichbarer Weise zur Ansteuerung von Elektronenkanonen bei der bekannten Fernsehtechnik mit Farbbildröhren gesteuert.

Die Lichtbündel 12, 22, 32 werden nach Verlassen der Modulatoren 14, 24, 34 mittels einer Strahlzusammenführeinrichtung 38, die im Ausführungsbeispiel ein Spiegelsystem aus dichroitischen Spiegeln war, zu einem Gesamtlichtbündel 39 vereinigt. Dieser Teil der Vorrichtung stellt eine intensitäts- und farbmodulierte Lichtquelle 44 dar.

Das Gesamtlichtbündel 39 fällt in ein optisches System 40 ein, dem zusätzlich noch ein in gleicher Weise über eine eigene farb- und intensitätsmodulierbare Lichtquelle 44' erzeugtes Lichtbündel 39' zugeführt ist.

Das Lichtbündel 39 ist zum Schreiben einer Zeile vorgesehen, während das Lichtbündel 39' zum synchronen Schreiben einer zur vom Lichtbündel 39 beschriebenen Zeile um m_z Zeilen versetzten Zeile eingesetzt ist. Weiter können auch die Bildpunkte, hier um eine Zahl m_p , in den verschiedenen Zeilen gegeneinander versetzt sein. Die folgenden Beispiele sind aber im wesentlichen auf $m_p = 0$, wenn nichts anderes gesagt ist, beschränkt, da allein schon mit simultanem Rastern unterschiedlicher Zeilen die wesentlichen Züge der Erfindung verdeutlicht werden können.

m_z kann wegen der später noch eingehend beschriebenen Funktion als Zeilenabstand bezeichnet werden.

Für das synchrone Ablenken zweier Lichtbündel 39 und 39' in verschiedenen Zeilen ist die in Fig. 1 gezeigte Vorrichtung ein optisches System 40 auf, das die beiden Lichtbündel 39 und 39' unter einem Winkel, zusammen- oder auseinanderführt, so daß diese bei der nachfolgenden Bildprojektion als von einem reellen oder virtuellen gemeinsamen Punkt ausgehend erscheinen.

Die Lichtbündel 39 und 39' liegen bei $m_p = 0$ in einer zur Zeilenablenkung senkrechten Ebene. Der durch das optische System eingestellte Winkel ist dabei für einen festen Zeilenabstand für m_z Zeilen, mit m_z einer ganzen Zahl kleiner als die Zahl N_z der effektiven Zeilen des Videobildes, bestimmt, wie nachfolgend noch eingehender erläutert wird.

Zum besseren Verständnis des bei dieser Vorrichtung verwendeten Ablenkprinzips sei auf die von der bekannten Fernsehtechnik mit Bildröhren eingesetzte Rastertechnik hingewiesen. Die hier verwendete Technik unterscheidet sich davon dadurch, daß Lichtbündel 39, 39' statt Elektronenstrahlen zur Generierung von Bildpunkten des Videobildes eingesetzt werden und die bei Bildröhren übliche magnetische Ablenkung durch mechanisches Rastern mittels Zeilenspiegel 41, im Ausführungsbeispiel ein Polygonspiegel, und Bildspiegel 42, im Ausführungsbeispiel ein Schwenkspiegel, ersetzt ist. Das Rastern ist bei derartigen Laser- und Videoprojektionsgeräten allerdings nicht auf die dargestellten mechanischen Hilfsmittel beschränkt. Es kann beispielsweise auch akusto-optisch durchgeführt werden.

Weiter ist in der Fig. 1 eine Aufweitungsoptik 45 dargestellt, die im Ausführungsbeispiel dazu dient, bei kleinem Ablenkwinkel das Videobild zu vergrößern. Die Aufweitungsoptik 45 ist dafür als gemäß der Tangensbedingung korrigiertes afokales Linsensystem ausgeführt. Da die Aufweitungsoptik 45 den Ablenkwinkel des Bündels auf dem Schirm mitbestimmt, ist sie der Ablenkeinrichtung zuzurechnen. In bezug auf die Erfindung sind aber alle Werte, beispielsweise für die Winkel α_p und α_z und Teile von diesen, vor dieser Optik angeben.

Die beiden Lichtbündel 39 und 39' werden im Ausführungsbeispiel mittels einer aus einem Zeilenspiegel 41 und einem Bildspiegel 42 bestehenden Ablenkeinrichtung zeilen- und bildmäßig auf einen Bildschirm 43 abgelenkt, um dort einzelne Bildpunkte des zu erzeugenden Videobildes sequentiell zu beleuchten. Dieser Bildschirm 43 kann für die Darstellung von üblichen Fernsehbildern eben sein, wie es auch in Fig. 1 gezeigt ist. Bei Planetarien und Flugsimulatoren wird man ihn allerdings vorzugsweise gekrümmt ausbilden.

Der Bildschirm 43 kann allgemein auch als ein Front- oder Rückprojektionsschirm ausgebildet sein, je nachdem, ob sich die Beobachter des Bildes bestimmungsgemäß bezüglich des Bildschirms 43 auf der Seite der Optik 45 oder dieser gegenüberliegend aufhalten.

Bestandteil der Vorrichtung zur Darstellung von Videobildern ist eine speziell angepasste elektronische Ansteuereinheit 46 für die Modulatoren 14, 24, 34, 14', 24' und 34'.

Die in der Ansteuereinheit 46 zwischengespeicherte Videoinformation wird synchron zur jeweiligen Stellung des Zeilenspiegels 41 (Polygonspiegelrad) und des Bildspiegels 42 (Galvanometerspiegel) ausgelesen und dann zur Intensitäts- und Farbmodulation der Lichtbündel 39 und 39' eingesetzt, wie später anhand der Steuerung von Fig. 11 noch näher verdeutlicht wird.

Zunächst sollen grundsätzliche Angaben zu wichtigen Fernsehnormen mit Bezug auf die vorliegende Erfindung gemacht werden:

PAL non-interlaced (Vollbild)

Ein gerastertes Bild hat effektive Zeilen (N_z): 575

absolute Zeilen: 625

Voll-Bildfrequenz: 50 Hz

Zeit für das Rastern einer Zeile: 32 μ s

Winkel β_z zwischen zwei Zeilen im Bild bei Ablenkwinkel des Bildspiegels $\alpha_z = 15^\circ$: $0,026^\circ$

Zeilenabstand bei 6 m entfernter Bildwand (ohne Projektionsoptik 45): 2,7 mm

Bildhöhe bei 6 m Abstand: 1,6 m

Totzeilen: 49

Totzeit: 1,6 ms

Eine gerasterte Zeile hat dabei eine effektive Bildpunktanzahl (N_p) von: 720

Ein Bildseitenverhältnis von 4 : 3 ergibt einen Ablenkwinkel des Zeilenspiegels 41 : 20°

Winkel β_p zwischen zwei Bildpunkten in einer Zeile bei einem Winkel des Zeilenspiegels $\alpha_p = 20^\circ$: $0,0277^\circ$

Bildpunkt Abstand bei 6 m entferntem Bildschirm (ohne Projektionsoptik): 2,9 mm

Bildbreite bei 6 m Abstand: 2,1 m

Zeit für das Rastern einer Zeile: 32 μ s

Totzeit: 3,2 μ s

HDTV interlaced (Halbbildverfahren)

Ein gerastertes Bild (Halbbild) hat effektive Zeilen (N_z): 575

absolute Zeilen: 625

ein Vollbild hat effektive Zeilen: 1152

absolute Zeilen: 1250

Voll-Bildfrequenz: 25 Hz

Halbbildfrequenz: 50 Hz

Winkel β_z zwischen zwei Zeilen im Bild bei Winkel des Bildspiegels $\alpha_z = 15^\circ$: $0,026^\circ$

Zeilenabstand bei 6 m entferntem Bildschirm ohne Projektionsoptik: 2,7 mm
 Bildhöhe bei 6 m Abstand: 1,6 m
 Totzeilen: 49
 Totzeit: 1,6 ms

5

Eine gerasterte Zeile hat dabei eine effektive Bildpunktanzahl (N_p) von: 1440
 Ein Seitenverhältnis 16 : 9 ergibt einen Ablenkwinkel des Zeilenspiegels von: $26,77^\circ$
 Winkel β_p zwischen zwei Bildpunkten in einer Zeile bei einem Winkel des Zeilenspiegels $\alpha_p = 26,7^\circ$: $0,0185^\circ$
 Bildpunktabstand bei 6 m entferntem Bildschirm (ohne Projektionsoptik): 2 mm
 10 Bildbreite bei 6 m Abstand: 2,8 m
 Zeit für das Rastern einer Zeile: 32 μ s
 Totzeit: 3,2 μ s

15

HDTV non-interlaced (Vollbild)

Ein gerastertes Bild hat effektive Zeilen (N_z): 1152
 absolute Zeilen: 1250

Voll-Bildfrequenz: 50 Hz

20 Zeit für das Rastern einer Zeile: 16 μ s

Totzeilen: 98

Totzeit: 1,6 ms

Winkel β_z zwischen zwei Zeilen im Bild bei Winkel des Bildspiegels $\alpha_z = 15^\circ$: $0,013^\circ$

Zeilenabstand bei 6 m entferntem Bildschirm (ohne Projektionsoptik): 1,4 mm

25 Bildhöhe bei 6 m Abstand: 1,6 m

Eine gerasterte Zeile hat dabei eine effektive Bildpunktanzahl (N_p): 1440

Ein Seitenverhältnis 16 : 9 ergibt einen Ablenkwinkel des Zeilenspiegels von: $26,77^\circ$

Winkel β_p zwischen zwei Bildpunkten in einer Zeile bei Winkel des Zeilenspiegels $\alpha_p = 26,7^\circ$: $0,018^\circ$

30 Bildpunktabstand bei 6 m entferntem Bildschirm (ohne Projektionsoptik): 2 mm

Bildbreite bei 6 m Abstand: 2,8 m

Zeit für das Rastern einer Zeile: 16 μ s

Totzeit: 1,6 μ s.

35 Daraus lassen sich grundsätzlich folgende Verhältnisse ableiten:

Bei den Darstellungsverfahren PAL non-interlaced und HDTV interlaced ergeben sich 49 Totzeilen mit einer Totzeit von 1,6 ms zwischen zwei Bildern:

– Die Totzeit zwischen zwei Zeilen beträgt 3,2 μ s.

40 – Aus dem Ablenkwinkel $\alpha_z = 15^\circ$ des Bildspiegels und der effektiven Zeilenzahl $N_z = 576$ bei den beiden Darstellungsverfahren resultieren gleiche Werte für den Winkel zwischen zwei Zeilen $\beta_z = 0,026^\circ$.

– Bei der Darstellungsweise gemäß PAL non-interlaced, also beim Seitenverhältnis 4 : 3, ergibt sich ein Ablenkwinkel des Zeilenspiegels $\alpha_p = 20^\circ$. Im Zusammenhang mit der effektiven Bildpunktanzahl pro Zeile von 720 ergibt sich ein Winkel $\beta_p = 0,0277^\circ$ zwischen zwei nebeneinanderliegenden Bildpunkten einer Zeile.

45

Bei der Darstellungsweise nach HDTV interlaced, Seitenverhältnis 16 : 9, ergibt sich ein Ablenkwinkel des Zeilenspiegels $\alpha_p = 26,77^\circ$. Im Zusammenhang mit der effektiven Bildpunktanzahl in der Zeile von 1440 ergibt sich ein Winkel $\beta_p = 0,0185^\circ$ zwischen zwei aneinanderliegenden Bildpunkten einer Zeile.

50

– Bei der Darstellungsweise gemäß HDTV non-interlaced ergeben sich 98 Totzeilen mit einer Totzeit von 1,6 ms zwischen zwei Bildern.

– Die Totzeit zwischen zwei Zeilen beträgt 1,6 μ s.

55 Hier ergibt sich durch die Verdopplung der effektiven Zeilenzahl $N_z = 1152$ eine Halbierung des Winkels zwischen benachbarten Zeilen auf $\beta_z = 0,013^\circ$.

– Bei der Darstellungsweise gemäß HDTV non-interlaced mit einem Seitenverhältnis von 16 : 9 ergibt sich ein Ablenkwinkel des Zeilenspiegels $\alpha_p = 26,77^\circ$. Im Zusammenhang mit der effektiven Bildpunktanzahl pro Zeile von 1440 erhält man einen Winkel $\beta_p = 0,0185^\circ$ zwischen zwei nebeneinanderliegenden Bildpunkten einer Zeile.

60

Gemeinsamkeiten bezüglich der Abbildungseigenschaften der kollinearen Lichtbündel 39, 39' ergeben sich somit bei der Bildablenkung bei den Verfahren PAL non-interlaced und HDTV interlaced. Die Totzeit zwischen zwei Bildern beträgt jedoch bei allen Darstellungsverfahren gemeinsam 1,6 ms.

65 Durch mathematisch-elektronische Verfahren besteht die Möglichkeit, jegliche Bildformate auf die Abbildungseigenschaften der jeweiligen Vorrichtung abzugleichen, damit die Bildqualität verbessert wird (wie beispielsweise in der DE 195 17 357 C1 erläutert ist). Zur Einhaltung der dabei zu berücksichtigenden Bedingungen ist das erfindungsgemäße Rastern, simultan in mehreren Zeilen bzw. mehreren Bildpunkten in einer Zeile, außerordentlich vorteilhaft, wie nachfolgend am Beispiel einer Vorrichtung mit der Bilddarstellung gemäß HDTV non-interlaced beim gleichzeitigen Schrei-

ben von mehreren Zeilen während das Rastern eines Bildes deutlicher wird.

Die vorstehend gemachten Angaben für das simultane Darstellen von Bildpunkten innerhalb verschiedener Zeilen sind auf die Ausführungen zum Mehrfachrastern von mehreren Bildpunkten in der gleichen Zeile übertragbar, indem die angegebenen Größen, Größenverhältnisse, Zeiten und Zeitverhältnisse entsprechend den vorstehenden Angaben verwendet werden, wobei die Indizes "z" durch "p" zu ersetzen sind. Die Indizes "z" beziehen sich auf die zu rasternden Zeilen innerhalb eines Bildes, während die Indizes "p" den simultan zu rasternden Bildpunkten innerhalb einer Zeile zugeordnet sind.

Die weiteren Ausführungen gelten gleichermaßen auch für ein beliebiges Schreiben von Bildpunkten in Spuren, unabhängig von einer Zeilennorm, beispielsweise in Polarkoordinaten für eine Kuppelprojektion, wie nachfolgend anhand von Fig. 3 noch verdeutlicht wird.

Unabhängig von der Form des Bildschirms 43 und seines Abstands von der aus Zeilenspiegel 41 und Bildspiegel 42 bestehenden Ablenkeinrichtung, werden die Bildpunkte immer scharf dargestellt. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die auf den Schirm auftreffenden Lichtbündel nahezu parallel und deren Divergenz durch die der Laserquellen 10, 20, 30 wesentlich bestimmt ist. Wenn der Abstand zwischen Schirm 43 und Ablenkeinrichtung allerdings vergrößert wird, ändert sich auch die Bildgröße. Dies ist möglich, weil sowohl die Zeilen- als auch die Bildablenkung winkelpropportional sind, was sich auch aus der in Fig. 1 gezeigten Ablenkung mittels der Spiegel 41 und 42 ergibt.

Bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 1 werden aber die einzelnen Zeilen nicht mit einem einzigen Lichtbündel gerastert, sondern zwei Lichtbündel 39 und 39' über den Zeilenspiegel 41 synchron in verschiedenen Zeilen geführt. Dadurch kann einerseits eine höhere Leuchtdichte im dargestellten Bild erreicht werden, andererseits kann auch ein Bild mit der Ablenkgeschwindigkeit des Zeilenablenkspiegels 41 mit doppelter Zeilenzahl geschrieben werden, was, wie vorstehend schon erläutert wurde, vor allen Dingen Vorteile für die Auslegung eines als Zeilenspiegel 41 beim Ausführungsbeispiel verwendeten Polygonspiegels hat bzw. es sogar gestattet, mit verfügbaren Polygonspiegeln üblicher Ablenkgeschwindigkeit HDTV-Bilder im non-interlaced-Betrieb darzustellen.

Im Ausführungsbeispiel verlassen die beiden Lichtbündel 39 und 39' den Bildspiegel 42 aufgrund des optischen Systems 40 zueinander unter einem konstanten Winkel, dessen Größe dem für diese Betriebsart gewählten Zeilenabstand der Zahl m_z proportional ist. Wie dies im einzelnen bewirkt werden kann, wird später anhand der Ausführungsbeispiele von Fig. 4 bis Fig. 10 erläutert.

Aufgrund von Fig. 1 kann man nun auch den durch das optische System 40 definierten Winkel zwischen den Lichtbündeln 39 und 39' bestimmen. Bei einem Gesamtablenkwinkel α_z des Bildspiegels 42 für die N_z Zeilen des darzustellenden Videobildes erhält man für eine Differenz von m_z Zeilen zwischen den Lichtbündeln 39 und 39' einen Winkel der Größe $\beta_{mz} = m_z \times \alpha_z / N_z$. Der Winkelabstand zweier unmittelbar benachbarter Zeilen ($m_z = 1$) wird im folgenden $\beta_z = \alpha_z / N_z$ genannt. In entsprechender Weise gilt für das Schreiben unterschiedlicher Bildpunkte ($m_p \neq 0$) $\beta_{mp} = m_p \cdot \alpha_p / N_p$ und $\beta_p = \alpha_p / N_p$ mit α_p dem gesamten gerasterten Zeilenöffnungswinkel und N_p der Bildpunktanzahl in einer Zeile.

Grundsätzlich sind mehrere Fälle für das Rastern zu unterscheiden, je nachdem, ob die Zeilenabstandszahl m_z gerade oder ungerade gewählt wird und ob ein einzelnes Lichtbündel gerade oder ungerade oder ganzzahlige Zeilenzahlen schreibt. Nur die für die Bilddarstellung wichtigsten Kombinationen sollen nachfolgend dargestellt werden.

Fall 1

Die Zeilenabstandszahl m_z ist ungerade, und das Lichtbündel 39 schreibt nur ungerade Zeilen. Dies hat zur Folge, daß beim Rastern eines Bildes jede Bildzeile höchstens einmal geschrieben wird.

Dieser Fall wird vornehmlich zur Erhöhung der Zeilenanzahl pro Bild bei gleichbleibender Ablenkfrequenz des Zeilenspiegels eingesetzt, wenngleich es auch möglich ist, bei Verdopplung der Zeilenzahl unmittelbar benachbarte Zeilen mit der gleichen Videoinformation zu schreiben, wodurch im Zeitmittel ausschließlich eine Erhöhung der Lichtleistung des Bildes erfolgt.

| | | | | | |
|--|---|---|----|----|-----|
| Lichtbündel 39 schreibt immer ungerade Zeilen: | 1 | 3 | 5 | 7 | ... |
| Lichtbündel 39' schreibt immer gerade Zeilen: | | | | | |
| und zwar bei $m_z = 1$ | 2 | 4 | 6 | 8 | ... |
| $m_z = 3$ | 4 | 6 | 8 | 10 | ... |
| $m_z = 5$ | 6 | 8 | 10 | 12 | ... |
| usw. | | | | | |

Bei der Darstellung gemäß HDTV non-interlaced beträgt der Winkel zwischen zwei Zeilen $\beta_z = 0,013^\circ$, daher ergeben sich in Abhängigkeit von der Zeilenabstandszahl m_z die folgenden Zeilenstrahlwinkel β_{mz} :

$m_z = 1$
 $m_z = 3$
 $m_z = 5$
 $m_z = 7$
 $m_z = 9$
 $\beta_{1z} = 0,013^\circ$
 $\beta_{2z} = 0,039^\circ$

$\beta_{3Z} = 0,065^\circ$
 $\beta_{7Z} = 0,091^\circ$
 $\beta_{9Z} = 0,117^\circ$ und so weiter.

5

Fall 2

Die Zeilenabstandszahl m_Z ist gerade, und das Lichtbündel 39 schreibt nacheinander alle Zeilen. Dies hat zur Folge, daß während des Rasterns eines Bildes die von den Lichtbündeln 39 und 39' beleuchteten Zeilen zweimal geschrieben werden. Dieser Fall dient vornehmlich zur Erhöhung der Lichtleistung des dargestellten Bildes:

| | | | | | |
|--------------------------------------|-----------|---|---|---|--------|
| Lichtbündel 39 schreibt jede Zeile: | 1 | 2 | 3 | 4 | ... |
| Lichtbündel 39' schreibt die Zeilen: | | | | | |
| 15 und zwar bei | $m_Z = 2$ | 3 | 4 | 5 | 6 ... |
| | $m_Z = 4$ | 5 | 6 | 7 | 8 ... |
| | $m_Z = 6$ | 7 | 8 | 9 | 10 ... |
| 20 usw. | | | | | |

Man erkennt daraus, daß beispielsweise die Zeilen 3, 4 usw. zwar zu verschiedenen Zeiten, jedoch innerhalb eines Bildes doppelt geschrieben werden.

25 Bei HDTV non-interlaced beträgt der Ablenkwinkel zwischen zwei Zeilen $\beta_Z = 0,013^\circ$, daher ergibt sich in Abhängigkeit von der Zeilenabstandszahl m_Z ein Zeilenstrahlwinkel β_{mZ} :

$m_Z = 2$
 $m_Z = 4$
 30 $m_Z = 6$
 $m_Z = 8$
 $m_Z = 10$
 $\beta_{2Z} = 0,026^\circ$
 $\beta_{4Z} = 0,052^\circ$
 35 $\beta_{6Z} = 0,078^\circ$
 $\beta_{8Z} = 0,104^\circ$
 $\beta_{10Z} = 0,13^\circ$ und so weiter.

Im Fall 1 wurden die Zeilenstrahlwinkel β_{mZ} zwischen den Lichtbündeln 39 und 39' so berechnet, daß die simultan geschriebenen Zeilen immer gleiche Winkelabstände haben, während im Fall 2 die Winkel β_{mZ} der Lichtbündel 39 und 39' so berechnet sind, daß alle Zeilen genau aufeinander geschrieben werden. Dies ist insbesondere für die oben angegebene Ausgestaltung für das Schreiben zweier verschiedener Bildpunkte ($m_p \neq 0$) in einer Zeile durch die Lichtbündel 39 und 39' zur Leistungsskalierung zweckmäßig.

Es hat sich ferner gezeigt daß bei geringen Abweichungen realer optischer Anordnungen von den genau berechneten Winkeln β_{mZ} der Lichtbündel 39 und 39' noch qualitativ hochwertige Bilder erzeugt werden können, da Abweichungen im Winkel β_{mZ} innerhalb einer gegebenen Vorrichtung und gleichermaßen innerhalb eines Bildrasterintervalls konstant sind, so daß aufgrund kleiner Abweichungen keine merklichen Bildfehler erzeugt werden.

Bei großen Fehlerwinkeln kann man jedoch auch eine entsprechend dem Winkel β_{mZ} zeitkorrigierte Ansteuerung der Modulatoren in den Lichtquellen 80 und 80' durchführen. Diese Variante ist insbesondere bei einer Leistungserhöhung durch Mehrfachrastern jeder Zeile ausreichend. Die Anforderungen an die Fertigungsgenauigkeit der optischen Einrichtung sind sogar geringer als beim Stand der Technik, weil Abbildungsfehler durch eine entsprechend ausgestaltete elektronische Ansteuerung so beeinflußt werden können, daß diese vom Betrachter nicht wahrgenommen werden.

In den Fig. 2 und 3 sind zur Veranschaulichung der Größen m_Z und m_p noch einmal schematisch zwei Rasterweisen gezeigt. Mit zwei Punkten ist dabei jeweils der Auftreffpunkt des Lichtbündels 39 und des anderen Lichtbündels 39' kenntlich gemacht. Die Ablenkrichtungen für das Zeilen- und Bild rastern sind ferner durch zwei mit N_p bzw. N_Z bezeichnete Vektoren verdeutlicht. Fig. 2 zeigt ein zeilen- und bildmäßiges Rastern, wie es mit Bildspiegel 42 und Zeilen-
 55 spiegel 41 erzeugt wird, mit den eingezeichneten Größen für m_Z und m_p in Bild- und Zeilenrichtung, wie es anhand des Beispiels von Fig. 1 näher erläutert wurde.

Fig. 3 zeigt dagegen eine Spiralraasterung, beispielsweise für eine Kuppelprojektion in Kugelsegmenten. Allerdings ist mit der Spiralraasterung auch das Rastern im Rechteck möglich, wie in Fig. 3 durch unterbrochene Linien angedeutet ist. Dann werden die Lichtbündel, wenn sie außerhalb des Rechtecks rastern, zweckmäßigerweise dunkelgetastet. Diese Spiralraasterung kann beispielsweise durch einen in zwei Richtungen kippbaren Galvanometerspiegel durch entsprechende sinusförmige (in eine Richtung) und kosinusförmige Ansteuerung (in die andere Richtung) mit der Winkelgeschwindigkeit ω erzeugt werden. Bei konstanter Amplitude des Sinus- bzw. Kosinusspannungsverlaufs werden die Lichtbündel 39
 65 und 39' kreisförmig abgelenkt. Wird dagegen die Amplitude zeitlich gleichmäßig erhöht, entstehen die gezeigten Spiralen.

Weiter sind in Fig. 3 die Größen $m_Z = 3$ und m_p eingezeichnet, um deutlich zu machen, wie die Definition von Zeilen und Bildpunkten bei anderen als rechteckigen Rasterarten gewählt werden sollte. Bei der Spiralraasterung gemäß Fig. 3

erfolgt die Zählung der Zeilen in m_z und die Zählung der Bildpunkte in Umfang m_p .

Im folgenden soll nun anhand der Beispiele gezeigt werden, wie das optische System 40 für einen praktischen Einsatz im Ausführungsbeispiel von Fig. 1 verwirklicht werden kann.

Fig. 4 zeigt eine Draufsicht auf ein beispielhaft gezeigtes optisches System 40, bei dem die beiden Lichtbündel 39 und 39' senkrecht zueinander polarisiert sind und mit Hilfe eines in umgekehrt zur bestimmungsgemäßen Betriebsweise angeordneten Polarisationsstrahlteilers 50 zusammengeführt werden.

Nach Verlassen des Polarisationsstrahlteilers 50 treten beide Lichtbündel 39, 39' in ein Prisma 52 ein, das aus doppelbrechendem Material besteht und mit dem aufgrund unterschiedlicher Brechungsindizes für die beiden Polarisationsrichtungen ein Neigungswinkel zwischen den beiden Lichtbündeln 39 und 39' erzeugt wird.

Gemäß Fig. 4 verlassen die Lichtbündel 39, 39' den Polarisationsstrahlteiler 50 parallel verlaufend in einem schon durch dessen Einfallbedingungen vorgegebenen Abstand. Aufgrund der mit dem Prisma 52 herbeigeführten Winkeländerung zwischen beiden Lichtbündeln 39, 39' werden diese in einem gemeinsamen Punkt 54 zusammengeführt. Dieser gemeinsame Punkt 54 sollte möglichst zwischen dem optischen System 40 und dem Bildspiegel 42 liegen, damit die Zeilendichte im Videobild unabhängig vom Abstand des Projektionsschirms 43 von der Ablenkeinrichtung wird.

Am günstigsten wird das optische System 40 (bei $m_z \neq 0$; $m_p = 0$) so dimensioniert, daß der Punkt 54 auf der Oberfläche des Bildspiegels 42 liegt, da dann der durch das optische System 40 eingestellte Winkel im wesentlichen am gleichen Ort wie die Winkeländerung zum Zeilenrastern des Videobildes erfolgt. Das bedeutet, die Zeilenrastrung geht für alle Zeilen vom selben Ort aus.

Andererseits kann es für bestimmte Anwendungen, insbesondere $m_p \neq 0$; $m_z = 0$, auch vorteilhaft sein, diesen Punkt 54 auf die reflektierende Facette des als Zeilenspiegel 41 verwendeten Polygonspiegels zu legen, da dann die Zeilenablenkung für beide Lichtbündel 39 und 39' am gleichen Punkt der Facette erfolgt.

Soll der Punkt 54 auf einen anderen Punkt 54' verschoben werden, so läßt sich dies durch eine weitere Optik 55 bewirken, die dazu vorteilhafterweise als afokales Linsensystem ausgestaltet ist. Mit einer solchen Optik 55 kann man zusätzlich auch den Winkel ändern, unter dem die Lichtbündel 39 und 39' im Punkt 54' zusammenlaufen. Daher ergibt sich durch ein solches optisches System ein weiterer Freiheitsgrad, mit dem sowohl der Winkel der Lichtbündel 39, 39' als auch der gemeinsame Ort für die gleichmäßige Ablenkung bestimmt werden können. Dies ist vorteilhaft, denn bei sehr kleinen Zahlen m_z oder m_p kommt man sehr schnell an die Grenzen mechanischer Machbarkeit, wie vor allem die später angegebenen Zahlenbeispiele zeigen.

Dieses zusätzliche optische System 55 kann weiter in allen folgenden Beispielen eingesetzt werden. Zur einfacheren Darstellung wurde allerdings für diese auf eine tiefergehendere Erörterung der Funktionsweise mit dem optischen System 55 verzichtet. Unter Zuhilfenahme der Prinzipien der geometrischen Optik kann der Durchschnittsfachmann jedoch die folgenden Beispiele immer mit weiteren optischen Systemen 55 verbessern und modifizieren. Gleichermaßen können auch alle anderen vorstehenden, die Lage des gemeinsamen Ortes 54 betreffenden Ausführungen auf alle anderen Beispiele bezogen werden.

In Fig. 5 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel für ein optisches System 40 gezeigt, bei dem weder doppelbrechendes Material noch unterschiedliche Polarisationsrichtungen für die Lichtbündel 39 und 39' vorgesehen werden müssen. Das optische System 40 besteht dabei aus einem Prisma 56, in welches das Lichtbündel 39' unter einem Winkel einfällt, bei dem es an einer Fläche 58 des Prismas 56 totalreflektiert wird. Dagegen fällt das Lichtbündel 39 in diese Prismenfläche 58 ein und wird im Prisma 56 gebrochen, wodurch sich ein definierter Winkel zwischen den ausfallenden Lichtbündeln 39 und 39' ergibt. Die Lichtbündel 39 und 39' laufen in dem schon vorher diskutierten Punkt 54 zusammen und danach unter gleichem Winkel auseinander, wobei dieser Winkel, wie vorstehend erläutert, über die Zeilenzahl m_z festgelegt ist und sowohl durch Auslegung der geometrischen Bedingungen als auch die Winkel des Prismas 56 selbst bestimmt wird.

Fig. 6 verdeutlicht grundsätzliche Abbildungsverhältnisse für die Vereinigung von Lichtbündeln 39, 39', die aus Quellpunkten A und B austreten, wobei der Winkel β und der Ort 54 mit einem durch eine Hauptebene HH' gekennzeichneten fokussierenden optischen Systems 64 bestimmt werden. Im Beispiel von Fig. 6 werden die Quellpunkte A und B beispielhaft durch die Lichtaustrittsflächen von Lichtleitfasern 66 und 66' gebildet. Die Quellpunkte A und B liegen asymmetrisch zur optischen Achse 67 des optischen Systems 64 und in der objektseitigen Brennebene F der Abbildungsoptik 64. Sämtliche von dem jeweiligen Quellpunkt A, B ausgehenden Lichtbündel, die in das optische System 64 einfallen, verlassen diese unter dem gleichen Winkel σ zur optischen Achse 67 des Abbildungssystems. Der Abstand der Quellpunkte A und B bestimmt dabei den Winkel β .

Die Richtung der Hauptstrahlen, also im Beispiel die Ausrichtungen der Lichtleitfasern 66 und 66' bezüglich der optischen Achse der Abbildungsoptik 64 legt dagegen die Lage des gemeinsamen Punktes 54 fest. Der Winkel ν ist im Beispiel von Fig. 6 zwischen den Faserkernen so gewählt, daß die zwei Lichtbündel 39 und 39' vor der Abbildungsoptik auseinanderlaufen. Die Abbildungsoptik 64 vereinigt dann die Lichtbündel im gemeinsamen Punkt 54, der im Beispiel hinter dem bildseitigen Brennpunkt F' und in Abstand zur optischen Achse 67 liegt.

Wie daraus erkennbar ist, kann der Ort des gemeinsamen Punktes 54 durch ein Schrägstellen eines Faserkerns oder beider Faserkerne am Faserende in gewissen Grenzen zwischen den Hauptebenen HH' der Abbildungsoptik 64 und dem Bildschirm 43 variiert werden. Ein Winkel von kleiner 30° zur optischen Achse hat sich für praktisch realisierte optische Systeme als besonders vorteilhaft herausgestellt.

Diese Betrachtungen gelten sowohl für die gleichzeitige Darstellung von mehr als einer Zeile eines Bildes ($m_z \neq 0$) bei vertikaler Anordnung der Quellpunkte als auch für die Darstellung von mehr als einem Bildpunkt ($m_p \neq 0$) in einer Zeile bei horizontaler Anordnung der Quellpunkte.

In Fig. 7 ist weiter ein Ausführungsbeispiel für die optische Einrichtung 40 gezeigt, welches sowohl Linsen als auch Spiegel verwendet. Bei der Anordnung des Ausführungsbeispiels von Fig. 7 wurde insbesondere darauf geachtet, daß jeder der einfallenden parallelen Strahlen 39 und 39' nach Verlassen des optischen Systems wieder parallel ist.

Bei diesem Ausführungsbeispiel werden die Lichtbündel 39 und 39' mit Linsen 58 und 58' auf einen Spiegel 60 fokussiert, wodurch an dessen Oberfläche die genannten Quellpunkte A und B erzeugt werden. Nach Reflexion mit Hilfe einer weiteren Linse 62 werden dann die Lichtbündel, wie schon bei Fig. 6 diskutiert, parallelisiert.

Die bildseitigen Brennpunkte der Linsen 58 und 58' liegen demgemäß auf der reellen Spiegelfläche und ferner in der Brennebene der Linse 62, wodurch wieder Parallelität der auslaufenden Lichtbündel 39 und 39' erreicht wird.

Die Art des Zusammenführens der Lichtbündel ist wesentlich durch die Form des Spiegels 60 bestimmt, der im Ausführungsbeispiel von Fig. 7 aus zwei Teilspiegelflächen 63 und 63' besteht, die beim Ausführungsbeispiel unter rechtem Winkel γ zusammenlaufen, wobei das Lichtbündel 39 von der Teilfläche 63 und das Lichtbündel 39' von der Teilfläche 63' reflektiert wird.

Der Winkel der auslaufenden Lichtbündel 39' und 39 sowie auch die Lage des durch die Linse 62 erzeugten, von den Lichtbündeln 39' und 39 gemeinsam durchlaufenen Punktes 54 können beispielsweise durch Auswahl der Brennweite der Linsen 58, 58' und 62 geändert werden. Es ist ferner möglich, den Winkel zwischen den Lichtbündeln 39' und 39 sowie die Lage des gemeinsamen Punktes 54 durch die Position des Spiegels 60 sowie des Winkels γ zwischen den Spiegelflächen 62 und 62' festzulegen. Wie sich derartige Änderungen auswirken, ist dem Fachmann aus den Gesetzen der geometrischen Optik bekannt und kann mit den Ausführungen zu den Darstellungen zu Fig. 4 bis Fig. 6 noch besser verstanden werden.

In Fig. 8 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel für das optische System 40 gezeigt, bei dem die Quellpunkte A, B wieder die Austrittsflächen der Kerne zweier Lichtleitfasern 66 und 66' sind. Das Ausführungsbeispiel weist eine fokussierende Einrichtung, die Linse 62, auf, in deren eingangsseitiger Brennebene die Austrittsflächen zweier Lichtleitfasern 66 und 66' angeordnet sind, welche die Quellpunkte A_z und B_z bilden. Der Quellpunkt A_z liefert das Lichtbündel 39 sowie der Quellpunkt B_z das Lichtbündel 39'. Mit der unterbrochenen Linie ist der jeweilige Kern der Lichtleitfasern 66 und 66' gekennzeichnet, in dem die Lichtbündel 39 und 39' geführt werden.

Gemäß Fig. 8 verlaufen die Mittelachsen der Faserkerne der Lichtleitfasern 66 und 66' in einem Abstand a_z parallel zueinander ($v_z = 0^\circ$) und jeweils im gleichen Abstand y_z von der optischen Achse 67. Die Faserenden befinden sich dabei in der objektseitigen Brennebene F. Die Hauptstrahlen der Bildpunkte A_z und B_z schneiden sich im bildseitigen Brennpunkt F im Abstand f von den Hauptebenen der Linse 64 und bilden den gemeinsamen Punkt 54.

Der Winkel dieser Strahlen und aller anderen von den Quellpunkten A_z und B_z ausgehender Strahlen zur optischen Achse 67 ist betragsmäßig immer gleich σ . Der Winkel von 2σ entspricht dem Winkel β_{mz} zwischen zwei Zeilen, die beim Bildraster in einem Abstand von m_z Zeilen geschrieben werden. Die Größe der benötigten Winkel und die Wahl von m_z wird nun im einzelnen erläutert:

Für den vorstehend beschriebenen Fall 1 ergibt sich für den Abstand der Quellpunkte A_z und B_z bei

$m_z = 1$
 $m_z = 3$
 $m_z = 5$
 $m_z = 7$
 $m_z = 9$
 $a_{1z} = 6 \mu\text{m}$
 $a_{3z} = 17 \mu\text{m}$
 $a_{5z} = 28 \mu\text{m}$
 $a_{7z} = 40 \mu\text{m}$
 $a_{9z} = 51 \mu\text{m}$ und so weiter.

Nacheinander werden so zum Beispiel bei $m_z = 9$ gemeinsam gerastert

1. Zeile und 10. Zeile
 3. Zeile und 12. Zeile
 5. Zeile und 14. Zeile
 7. Zeile und 16. Zeile
 9. Zeile und 18. Zeile
 11. Zeile und 20. Zeile und so weiter.

Bis auf einen Bereich am Bildanfang und am Bildende wird praktisch mit der doppelten Zeilenanzahl ein Bild geschrieben und zwar jede Zeile nur einmal.

Wie die Zeilen 2, 4, 6 und 8, die zunächst nicht dargestellt werden können, zur Abbildung auf den Schirm gebracht werden, wird weiter unten beschrieben.

Für den vorstehend beschriebenen Fall 2 ergibt sich für den Abstand der Quellpunkte A_z und B_z bei

$m_z = 2$
 $m_z = 4$
 $m_z = 6$
 $m_z = 8$
 $m_z = 10$
 $a_{2z} = 11 \mu\text{m}$
 $a_{4z} = 23 \mu\text{m}$
 $a_{6z} = 34 \mu\text{m}$
 $a_{8z} = 45 \mu\text{m}$
 $a_{10z} = 57 \mu\text{m}$ und so weiter.

Nacheinander werden so zum Beispiel bei $m_z = 10$ gemeinsam gerastert:

1. Zeile und 11. Zeile
2. Zeile und 12. Zeile
3. Zeile und 13. Zeile
4. Zeile und 14. Zeile
5. Zeile und 15. Zeile
6. Zeile und 16. Zeile
7. Zeile und 17. Zeile
8. Zeile und 18. Zeile
9. Zeile und 19. Zeile
10. Zeile und 20. Zeile
11. Zeile und 21. Zeile und so weiter.

5

10

Ab der Zeile 10 werden die folgenden Zeilen bis auf einen Bereich am Bildende immer zweimal geschrieben und zwar zu verschiedenen Zeitpunkten.

Wie die Zeilen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 und 10, die zunächst nicht zweimal geschrieben werden können, zur nochmaligen Abbildung auf den Schirm gebracht werden, wird ebenfalls weiter unten beschrieben. 15

Anhand des Ausführungsbeispiels von Fig. 8 sollen einige Beispiele zahlenmäßig dargestellt werden, um die Dimensionierung des optischen Systems 40 in einem Videosystem näher zu verdeutlichen.

Für die Linse 62 von Fig. 8 hat sich beim Einsatz in der Vorrichtung von Fig. 1 eine Brennweite von 1 bis 7 cm praktisch als vorteilhaft herausgestellt, die mehrere Randbedingungen für die Dimensionierung eines Videosystems in einfacher Weise zu erfüllen gestattet. Insbesondere wurde für das Ausführungsbeispiel von Fig. 1 aufgrund der Eigenschaften der verwendeten Wellenleiter eine Linse 62 mit einer Brennweite von 2,5 cm eingesetzt. 20

Der Bildspiegel 42 (der Schwenkspiegel) ließ sich im Ausführungsbeispiel für das Rastern von N_z Zeilen um $\alpha_z = 15^\circ$ schwenken. Daraus und aus einer Zeilenzahl N_z von 1152 errechnet sich für den Zeilenunterschied der synchron gerasterten Lichtbündel bei der Zeilenabstandszahl $m_z = 1$ ein Winkel von $\beta_{12} = 0,013^\circ$ zwischen den zwei aneinanderliegenden Zeilen, was bei der genannten Brennweite von 2,5 cm einen Abstand zwischen den Kernen der Lichtleitfasern 66 und 66' von 6 μm für die Einstellung des verlangten Winkels erfordert. Dieser Abstand ist sehr klein gegenüber dem Durchmesser üblicher Lichtleitfasern 66 und 66' und praktisch kaum zu verwirklichen, vor allem wenn eine Faser mit einem Kerndurchmesser von ungefähr 6 μm verwendet wird. Bei kleineren Kerndurchmessern erschwert ein Übersprechen zwischen den Lichtleitfasern aufgrund Leckfeldkopplung (evanescent field coupling) die getrennte Lichtausbreitung der Lichtbündel 39 und 39' bis zum Bildschirm. 25 30

Diese Problematik kann umgangen werden, wenn man die Zeilenabstandszahl m_z größer 1 wählt. Zum Beispiel werden bei $m_z = 5$ mit dem Lichtbündel 39 die Zeilen 1, 3, 5, 7 und beispielsweise mit dem Lichtbündel 39' die Zeilen 6, 8, 10, 12 simultan gerastert. Dann kommt man schon auf einen Abstand zwischen den Kernen der Lichtleitfasern 66 und 66' von ungefähr 28 μm . 35

Bei noch größeren Zahlen als $m_z = 5$ erhöht sich dieser Abstand. Bei $m_z = 576$ und $N = 1152$ könnte man mit dem Lichtbündel 39 sogar die obere Hälfte eines Bildes und mit dem Lichtbündel 39' die untere Hälfte eines Bildes rastern. Dann sollte allerdings der gemeinsame Punkt 54 auf der ablenkenden Facette des als Polygonspiegel ausgeführten Zeilenspiegels 41 liegen, damit die Lichtbündel 39, 39' auf der Spiegelfläche vereinigt sind und kleine Spiegelabmessungen beibehalten werden können. Dies läßt sich im Ausführungsbeispiel nach Fig. 8 dadurch erreichen, daß die Hauptstrahlen der Quellpunkte A_z und B_z parallel zur optischen Achse 67 liegen, wobei diese Hauptstrahlen den gemeinsamen Punkt 54 im bildseitigen Brennpunkt F bilden und die Facette des Polygonspiegels ebenfalls im bildseitigen Brennpunkt F liegt. 40

Beim Ausführungsbeispiel von Fig. 1 wurde m_z für verschiedene Versuche immer klein gewählt, so daß auf ein zusätzliches optisches Linsensystem 55 gemäß Fig. 3 verzichtet werden konnte. Weiter wurde das Lichtbündel 39 durchgehend bezüglich ungerader Zeilenzahlen 1, 3, 5, 7 ... gerastert. Ferner wurde m_z ebenfalls ungeradzahlig gewählt, wodurch sichergestellt ist, daß das Lichtbündel 39' nur gerade Zeilen rastert und keine einzige Zeile des Videobildes sowohl von Lichtbündel 39 als auch Lichtbündel 39' gerastert wird, wodurch eine Doppelbelichtung einzelner Zeilen durch unterschiedliche Lichtbündel 39, 39' ohne größeren Steueraufwand ausgeschlossen werden konnte. 45

Wie ausgeführt, ist es für eine kleine Zahl m_z zweckmäßig, die Kerne der Lichtleitfasern 66 und 66' bis in den Mikrometerbereich anzunähern. Dafür wurden die Mäntel der Lichtleitfasern 66 und 66' vor Zusammenfügen bis nahe an den Kern abgeschliffen und die Lichtleitfasern dann miteinander an den abgeschliffenen Flächen durch Kleben zusammengefügt. 50

Bei sehr kleinem Abstand der Kerne im Bereich von Mikrometern kann jedoch ein unerwünschter Effekt auftreten. Aufgrund der von Null verschiedenen Wellenlängen wird die Welle nämlich nicht vollständig im Kern einer Lichtleitfaser geführt, sondern es entsteht ein exponentiell abfallendes Leckfeld im Mantel, das beispielsweise bei zu nahen Lichtleitfasern 66 und 66' eine Anregung von Moden im Kern der jeweils anderen Lichtleitfaser 66' oder 66 verursacht, so daß eine vollständige Trennung der Lichtbündel 39' und 39 nicht erwartet werden könnte. Für die Verringerung dieses Effekts müßte man den Abstand der Kerne der Lichtleitfasern 66 und 66' wesentlich größer als 10 μm oder sogar 30 μm wählen, da derartige Kerne selbst Durchmesser in der Größenordnung von 10 μm haben können. Diese Anforderung kann beispielsweise durch entsprechende Wahl der Zahl m_z , die den geforderten Winkel zwischen den Lichtbündeln 39 und 39' wesentlich mitbestimmt, erfüllt werden. Bei derartigen Zahlen $m_z > 1$ entstehen je nach Wahl der Zahl m_z zusätzliche Zeilen, die im Ausführungsbeispiel beim Modulieren dunkelgetastet wurden. 55 60

Die bisher beschriebene Verfahrensweise führt dazu, daß ein Teil der Zeilen am Bildanfang und am Bildende nicht geschrieben wird. Je nachdem wie groß die Zeilenabstandszahl m_z gewählt wird, ergeben sich Zeilen, die zunächst nicht dargestellt werden können:

Am Bildanfang ergeben sich zum Beispiel bei einem ungeraden Zeilenabstandszahl m_z (Fall 1) die folgenden Verhältnisse 65

$m_z = 1$ jede Zeile wird geschrieben

$m_z = 2$. Zeile wird nicht geschrieben

$m_z = 2$. und 4. Zeile werden nicht geschrieben

$m_z = 2$, 4. und 6. Zeile werden nicht geschrieben

5 allgemein $(m_z-1)/2$ Zeilen mit gerader Zeilenzahl werden nicht geschrieben.

Am Bildende werden dann im Beispiel (Fall 1) bei

$m_z = 1$ jede Zeile wird geschrieben

$m_z = 3$ 1151. Zeile wird nicht geschrieben

10 $m_z = 5$ 1149. und 1151. Zeile werden nicht geschrieben

$m_z = 7$ 1147., 1149. und 1151. Zeile werden nicht geschrieben

allgemein $(m_z-1)/2$ Zeilen mit ungerader Zeilenzahl werden nicht geschrieben.

Gemäß der vorhergehenden Darstellung werden die $(m_z-1)/2$ Zeilen am oberen Bildrand und $(m_z-1)/2$ Zeilen am unteren Bildrand nicht dargestellt. Bei $m_z = 11$ werden also etwa jeweils 0,5% der Bildinformation in den horizontalen Randbereichen ausgelassen.

Diese Verluste werden von einem Betrachter bei den meisten Anwendungen nicht wahrgenommen.

Gemäß einer anderen Möglichkeit wird die bei allen oben beschriebenen Videonormen (PAL, HDTV) vorhandene Bildtotzeit von 1,6 ms verwendet, um die Anfangs- und Endzeilen, die bisher nicht dargestellt werden konnten, vor- und nachzuschreiben, denn bei dem eingangs beschriebenen Videoprojektionssystem benötigt der Galvanometerspiegel eine Rückstellzeit von etwa 1 ms. Die restliche Bildtotzeit von 0,6 ms steht dann für das Schreiben von Zeilen am Bildanfang und am Bildende zur Verfügung. In der Praxis lassen sich so Bilddarstellungen mit einer Zeilenabstandszahl von etwa $m_z < 20$ ohne Informationsverlust realisieren. Die Zeilenabstandszahl kann aber auch noch weiter erhöht werden, wenn der Bildspiegel 42 so angesteuert ist, daß immer ein Bild von oben nach unten und das nächste von unten nach oben gerastert wird. Dann entfällt die Rückstellzeit und das gesamte Intervall von 1,6 ms steht voll zum Nachschreiben von Zeilen zur Verfügung.

Bei einer Zeilenabstandszahl von $m_z = 10$ ergibt sich gemäß Fall 1 folgender Modus:
am Bildanfang:

- 30 – zunächst werden nur vom Quellpunkt A aus die Zeilen 2, 4, 6, 8 nacheinander geschrieben. Dies erfolgt innerhalb von $4 \cdot 32 \mu s = 0,128$ ms im Bereich der eigentlichen Bildtotzeit, der Quellpunkt B ist dunkel,
- dann schreibt das Lichtbündel 39' vom Quellpunkt B die zwischengespeicherte Zeile 1 und das Lichtbündel 39 vom Quellpunkt A aus die Zeile 10 gleichzeitig. In gleicher Weise werden paarweise die Zeilen 3 und 12, 5 und 14, 7 und 16 usw. simultan dargestellt.

35 am Bildende:

- vom Quellpunkt B aus wird die Zeile 1143 und vom Quellpunkt A aus die letzte Zeile 1152 gleichzeitig dargestellt,
- 40 – in der Bildtotzeit schreibt das Lichtbündel 39 vom Quellpunkt B aus die Zeilen 1145, 1147, 1149 und 1151 nacheinander. Dies erfolgt innerhalb von $4 \cdot 32 \mu s = 0,128$ ms im Bereich der eigentlichen Bildtotzeit, der Quellpunkt A ist dunkel, d. h. das Lichtbündel 39 wird dunkelgetastet.

Für die Darstellung der Zeilen am Bildanfang und am Bildende werden also im Beispiel nur 0,256 ms benötigt (restliche Bildtotzeit 0,344 ms).

Will man auf derartige Steuerungen aber verzichten und m_z klein halten, sollte das oben angegebene Leckfeld verringert werden. Dies ist dadurch möglich, daß beispielsweise zwischen den Lichtleitfasern 66 und 66' an der Grenze zum Zusammenfügen eine spiegelnde Aluminiumschicht 70 aufgedampft wird. Diese schließt die elektrischen Feldstärken der Leckfelder kurz bzw. spiegelt die Leckfelder im sichtbaren Wellenlängenbereich zurück in den Kern. Dies ist jedoch unter Umständen mit erheblichen Lichtverlusten verbunden, so daß diese mit geeigneten Maßnahmen wie der Ausbildung eines Tapers am Faserende verringert werden sollen.

Wellenleiter mit großen Brechzahlgradienten verringern aber ebenfalls die Ausbreitung der Leckfelder, so daß die wellenleitenden Bereiche dann relativ eng aneinander geführt werden können. Dies ermöglicht auch Ausführungen, bei denen das Lichtbündel 39 die Zeilen 1, 3, 5, 7 ... und das Lichtbündel 39' synchron dazu die Zeilen 2, 4, 6, 8 ... rastert. Die Zeilenabstandszahl m_z ist hier 1, und die Wellenleiter sollten hier kleiner bzw. ungefähr 6 um beabstandet sein.

Anhand von Fig. 9 und 10 wird im folgenden ein anderes Ausführungsbeispiel mit integrierten Lichtleitern gezeigt. Dazu soll in Fig. 10 zuerst eine schematische Darstellung eines integrierten Lichtleitkopplers, der als Zusammenführeinrichtung 38 im Ausführungsbeispiel von Fig. 1 eingesetzt werden kann, gezeigt werden. Wie derartige Lichtleitkoppler verwirklicht werden können, ist im einzelnen in den deutschen Patentanmeldungen 195 03 930 und 195 03 931 dargestellt.

In einem für die integrierte Optik geeigneten Substrat 72 wird dabei eine wellenleitende Struktur 74 ausgebildet, mit der die drei Lichtbündel unterschiedlicher Wellenlänge 12, 22, 32 nach Modulation zum gemeinsamen Lichtbündel 39 zusammengeführt werden. Die Struktur 74 wurde dafür durch geeignete Dotierung des Substrats 72 erzeugt.

Durch Aneinanderlegen der dotierten Oberflächen zweier derartiger Lichtleitkoppler, von denen eine das Lichtbündel 39 und die andere das Lichtbündel 39' erzeugt, entsteht eine in Fig. 10 gezeigte optische Einrichtung 40. Die Ausgänge der Strukturen 74 und 74' wurden dabei übereinandergelegt, so daß ein ähnliches optisches System wie das von Fig. 7, bei dem die Lichtbündel 39 und 39' in geringem Abstand aus Lichtleitern austreten, entstand. Den zur Festlegung des Winkels definierten Abstand kann man beispielsweise durch Aufspattern einer definiert dicken Schicht 70, beispielsweise

weise aus Polysilizium, auf die ebenen Flächen der Substrate 72 und 72' vor dem Zusammenfügen der Lichtleitfaserkoppler genau bestimmen.

Bei sehr kleinen Abständen muß man allerdings auch hier wieder mit Leckfeldkopplung rechnen, so daß die Substrate 72 und 72' vor dem Zusammenfügen auch mit einer zusätzlichen Schicht aus Aluminium bedampft wurden, welche die Leckfelder, wie beschrieben, kurzschließt.

Wie bei Fig. 6 liegen die Austrittsflächen der Strukturen 74 und 74' für den Austritt der Lichtbündel 39 und 39', d. h. die Quellpunkte A und B wieder in der Brennebene einer Linse 64. Diesbezüglich sind hier die gleichen Betrachtungen wie beim Ausführungsbeispiel von Fig. 6 und Fig. 8 maßgeblich.

Die vorstehend gemachten Ausführungen wurden am Beispiel von zwei Lichtbündeln 39 und 39' dargelegt. Die hier vorgestellten Prinzipien sind selbstverständlich auch für mehr als zwei Quellpunkte A_z und B_z gültig, so daß zum Beispiel mit einer Vierfachanordnung vier Zeilen simultan parallel dargestellt werden können.

Weiterhin liegen in den vorstehend gemachten Ausführungen zu den Ausführungsbeispielen die Quellpunkte A und B in einer Ebene, die zweckmäßigerweise jedoch die optische Achse 67 beinhaltet und deren Flächennormale in Zeilenablenkrichtung weist. Weiterhin haben die Quellpunkte zweckmäßigerweise den gleichen Abstand zur optischen Achse. Damit lassen sich zwei oder mehrere Zeilen in besonders einfacher Weise parallel schreiben.

Die schon früher erörterte Anwendung der bisher dargestellten Verfahrensweise auf die Bildpunkte einer Zeile führt zu einer etwas anderen Anordnung, bei der die Quellpunkte A_p und B_p in einer Ebene, welche die optische Achse 67 beinhaltet und deren Normale senkrecht zur Zeilenrichtung steht, positioniert sind.

Hier gelten die oben gemachten Ausführungen völlig analog auch für die Bildpunkte einer Zeile. Mit den Quellpunkten A_p und B_p können zwei oder mehrere Bildpunkte einer Zeile zeitgleich geschrieben werden, wenn die Modulatoren der Lichtquellen 14, 24, 34, der Lichtquellen 44 und 44' entsprechend angesteuert werden und der Zeilenspiegel 41 und der Bildspiegel 42 entsprechend ausgelegt sind. Eine derartige Anordnung dient insbesondere der Leistungsskalierung.

Weiter kann mit dieser Anordnung auch eine Vervielfachung der Bildpunktanzahl einer Zeile erreicht werden. Dies ist insbesondere bei einem digitalen Raster der Bildpunkte einer Zeile oder bei Anwendung einer synchron zur Darstellung der Bildpunkte gepulsten Lichtquelle vorteilhaft. Weiterhin ist es möglich, die Zahl der Bildpunkte N_p innerhalb einer Zeile dadurch zu erhöhen, daß mit dem einen Lichtbündel 39 die Bildpunkte 1 bis 576 geschrieben werden und mit dem zweiten Lichtbündel 39' die Bildpunkte 577 bis 1152 geschrieben werden.

Weiterhin ist eine Kombination von im Rechteck angeordneten 4 Quellpunkten in der Brennebene 64 der Linse vorteilhaft, von denen zwei Lichtbündel, die zwei Bildpunkte in einer Zeile schreiben, und zwei weitere in Zeilenrichtung versetzte Lichtbündel ausgehen, so daß durch eine entsprechende Ansteuerung der Modulatoren der vier zugehörigen Lichtquellen 44 jeder Bildpunkt seine zu einem Zeitpunkt erforderliche Bildinformation erhält. Damit können in mindestens zwei Zeilen jeweils zwei Bildpunkte verschiedener Intensität und Farbe simultan geschrieben werden. Dazu sind jedoch vier intensitäts- und farbmodulierbare Lichtquellen 44 erforderlich, die durch die elektronische Ansteuereinheit 46 angesteuert werden (siehe Fig. 1).

Bei dieser Variante zum gleichzeitigen Rastern von mehr als einer Zeile des Bildes und mehr als eines Bildpunktes in jeder Zeile ergibt sich ferner die Möglichkeit, daß der gemeinsame Punkt 54 für die unterschiedlichen Zeilen zugeordneten Quellpunkte A_z und B_z an einem anderen Ort auf der optischen Achse 67 liegen kann als der gemeinsame Punkt 54 für die verschiedenen Bildpunkten zugeordneten Quellpunkte A_p und B_p , indem die Richtungen der von den Quellpunkten ausgehenden Lichtbündel, wie bei Fig. 5 erläutert, geeignet gewählt werden.

Somit ist es zum Beispiel durch die Wahl der Winkel v_z und v_p möglich, den gemeinsamen Punkt 54 für die Quellpunkte A_z und B_z auf den Bildspiegel 42 und den gemeinsamen Punkt 54 für die Quellpunkte A_p und B_p auf den Zeilenspiegel 41 zu legen.

Fig. 11 zeigt eine Schaltungsanordnung zur gleichzeitigen Ausgabe von zwei Videozeilen eines Videobildes mittels der Lichtbündel 39 und 39', die von dem Video-Datenstrom E aus einer beliebigen Video-Quelle 100 erzeugt werden.

Der sequentiell in einem Pufferspeicher 101 bildpunkt- und zeilengeordnet abgespeicherte Video-Datenstrom E wird entsprechend der Anzahl der Ausgabekanäle, also der Anzahl der durch die mindestens beiden Lichtbündel 39, 39' gleichzeitig darzustellenden Zeilen, mit Hilfe einer Steuerschaltung 102 auf die hier beispielhaft gezeigten Ausgabekanäle 105 (A) und 106 (B) aufgeteilt.

Die Zwischenspeicher 111 und 121 in jedem der Ausgabekanäle 105 und 106 empfangen die Videodaten, d. h. digitale Werte für die spätere digital-analoge Wandlung zur Ansteuerung der Modulatoren der Lichtquellen 44 und 44' von der Steuerschaltung 102 in Worten der Länge von 24 Bit.

Der Zwischenspeicher 111, FIFO A (FIFO = First in - First out), erhält die dem Ausgabekanal 105 zugeordneten R-G-B-Daten A und der Zwischenspeicher 121, FIFO B, erhält die dem Ausgabekanal 106 zugeordneten R-G-B-Daten B.

Der zeitliche Fluß der ausgehenden R-G-B-Daten A und B ist bei einem asynchron zum eingehenden Videosignal betriebenen Videoprojektionssystem von dem eingehenden Video-Datenstrom E entkoppelt. Die Ausgabe der R-G-B-Daten A und B, die dem jeweiligen Ausgabekanal 105 und 106 zugeordnet sind, erfolgt jedoch zum gleichen Zeitpunkt, wobei der gewünschte Zeilenversatz m_z , der von der Steuereinrichtung 102 vorgegeben wird, berücksichtigt ist.

Dabei erfolgt die Ausgabe der Videodaten A+B aus dem Pufferspeicher 101 in Abhängigkeit einer zeitlichen Taktung, die bei asynchronem Betrieb von der Ablenkeinrichtung 107 vorgegeben wird. Die Ausgabe der R-G-B-Daten A und B erfolgt in dem durch m_z gegebenen festen Zusammenhang, der durch die Organisation der Zwischenspeicher 111 und 121 bestimmt ist. Mit diesen ist es in Verbindung mit Verfahren zur Aufbereitung eines Videobildes (siehe DE 195 17 357 C1) ferner möglich, Video-Daten E verschiedener Videonormen mit einer vorgegebenen Konfiguration von Lichtmodulatoren und Lichtablenkeinrichtungen darzustellen.

Es ist weiter möglich, die R-G-B-Daten A+B sowie die Ablenkeinrichtung 107 synchron zu dem Video-Datenstrom E der Videoquelle zu steuern. In diesem Fall kann der Pufferspeicher 101 entfallen, was den Aufwand verringert.

Zur Gewährleistung einer kontinuierlich ablaufenden, qualitativ hochwertigen Bilddarstellung mit mehr als einem rasternden Lichtbündel ist jedoch eine Zwischenspeicherung einzelner Zeilen mittels der Zwischenspeicher 111 und 121 zweckmäßig. Als Zwischenspeicher 111 wurden wegen der einfachen Ansteuerung bekannte FIFO-Speicher mit geeig-

meter Speichertiefe ausgewählt. HDTV war die erforderliche Speichertiefe pro Zeile beispielsweise 1.440 Bildpunkte multipliziert mit 24 Bit = 34.560 Bit.

Im folgenden sei das Beispiel mit der Zeilenabstandszahl $m_z = 3$ näher für den Fall 1 beschrieben. Die Zeilen 1 und 3 müssen dabei zunächst in den Zwischenspeicher 111, der nur für ungerade Zeilenzahlen vorgesehen ist, abgelegt werden.

In diesem Zeitraum wird zunächst nur die Videoinformation der Zeile 2 vom Ausgabekanal 106 zur Modulation des Lichtbündels 39' ausgegeben. Erst wenn die Videoinformation der Zeile 4 im Zwischenspeicher 121 zum Auslesen zur Verfügung steht, erfolgt vom Signal PCLK_OUT gesteuert ein gleichzeitiges Ausgeben der Videodaten A für die 1. Zeile und der Videodaten B für die 4. Zeile an die jeweils drei Digital-Analog-Wandler 112 und 122 jedes Ausgabekanals 105 und 106. An die Digital-Analog-Wandler ist in jedem Ausgabekanal jeweils eine R-G-B-Lichtquelle 44 und 44' angeschlossen, die ihrerseits gemäß dem Beispiel von Fig. 1 jeweils drei Modulatoren 14, 24 und 34 aufweisen. Die intensitäts- und farbmodulierten Lichtbündel 39 und 39' werden in der optischen Einrichtung 40 aneinandergeführt und einer Ablenkeinrichtung 107 zugeführt, die im Beispiel nach Fig. 1 einen Zeilenspiegel 41 für die Ablenkung in x-Richtung und einen Bildspiegel 42 für die Ablenkung in y-Richtung hat. Nach dem Auslesen der 1. und 4. Zeile folgen die 3. und 6., 5. und 8. Zeile und so weiter.

Die Speichertiefe des Zwischenspeichers 111 im Ausgabekanal 105 beträgt hier demgemäß 2 Zeilen, allgemein beim hier beschriebenen Rasterverfahren $m_z - 1$ Zeilen. Die Speichertiefe für den Zwischenspeicher 121 im Ausgabekanal 106 ist ferner auf 1 Zeile bezogen, allgemein $m_z - 2$ Zeilen.

Durch die gleichzeitige Ausgabe von mehreren Zeilen ergibt sich eine proportional zur Anzahl der gleichzeitig ausgegebenen Zeilen verringerte, dem Signal HSYNC entsprechende Zeilenfrequenz und eine Bildpunktfrequenz gemäß Signal PCLK pro Kanal.

Bei zwei gleichzeitig gerasterten Zeilen halbieren sich die erforderliche Rasterfrequenz und die Modulationsfrequenz zur Darstellung gemäß einer Videonorm. Bei einem System mit einer vorgegebenen Rasterfrequenz verdoppelt sich dementsprechend die Anzahl der pro Zeiteinheit auf dem Bildschirm darstellbaren Zeilen.

Die Schaltung enthält weiterhin die Steuerschaltung 102 für die Zuordnung der R-G-B-Daten A und B in die jeweiligen Zwischenspeicher 111 und 121 und die Steuerung der Zwischenspeicher sowie der Digital-Analog-Wandler 112 und 122.

Die sequentiell eintreffenden R-G-B-Daten A und B werden mit Hilfe der Steuerschaltung 102 zeilenweise in die beiden Zwischenspeicher 111 und 121 eingelesen. Zur Steuerung dienen die Enable-Signale EN_WR-A und EN_WR-B und das Bildpunktetakt-Signal PCLK_IN.

Dieser Teil der Steuerschaltung arbeitet wie eine Multiplexsteuerung, welche wahlweise die Zwischenspeicher 111 und 121 mit den R-G-B-Daten A oder B einer Zeile füllt.

Das Auslesen der beiden Zwischenspeicher 111 und 121 erfolgt gleichzeitig mit den Lesesignalen EN_RD-A und EN_RD-B und dem Signaltakt PCLK_OUT sobald die R-G-B-Daten A und B an den Ausgängen der beiden Zwischenspeicher 111 und 121 gleichzeitig zur Verfügung stehen.

Fig. 12 zeigt zur Veranschaulichung den Fluß der Video-Dateninformation E. Außerdem ist der Fluß der R-G-B Daten A+B, A und B dargestellt. Die R-G-B-Daten A und B werden in den Zwischenspeichern 111 und 121 gepuffert und gleichzeitig ausgegeben. Wie in Fig. 11 erkennbar ist, besteht zwischen den R-G-B-Daten A+B und den R-G-B-Daten A und B ein fester zeitlicher Zusammenhang. Dagegen besteht der gezeigte feste Zusammenhang zwischen den Videodaten E und den R-G-B-Daten A und B nur bei einem synchronen Betrieb des Videoprojektionssystems, nicht immer dagegen bei asynchronem Betrieb. Jedoch werden für den asynchronen Fall, im Interesse einer hochwertigen Bilddarstellung, die Zeitbereiche lang genug gewählt, um einen Verlust von Bildinformation praktisch auszuschließen.

Die angegebene Steuerung soll nur beispielhaft verdeutlichen, wie die Signale zur Modulation verschiedener Lichtbündel erzeugt werden können. Auch mit anderen Ansteuerungen kann die Erfindung verwirklicht werden, beispielsweise durch direktes Multiplexen des Ausgangs eines einzigen, ein Videobild zwischenspeichernden Bildspeichers.

Unabhängig von der Art und Weise wie die elektrische Steuerung arbeitet, erlaubt die Vorrichtung gemäß der Erfindung mit den beispielhaft genannten beiden Lichtbündeln zum getrennten Rastern von Zeilen bzw. Bildpunkten in einer Zeile eine Leistungssteigerung und Qualitätsverbesserung für Videobilder. Bei Einsatz von mehr als zwei Lichtbündeln lassen sich die dadurch gewonnenen Vorteile noch besser nutzen. Ferner ist die Erfindung nicht auf die beispielhaft genannten Laser beschränkt. Für die gezeigten Ausführungen ist allein die hohe Parallelität der Lichtbündel wichtig, die sich beim gegenwärtigen Stand der Technik allerdings am besten mit Lasern verwirklichen läßt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Darstellung eines Videobildes mit einer mindestens ein intensitätsmoduliertes Lichtbündel (39, 39') emittierenden Quelle (44, 44') sowie einer Ablenkeinrichtung (41, 42) zum Ablenken des Lichtbündels (39, 39'), sowohl zum winkelproportionalen Rastern von N_p Bildpunkten in Zeilen über einen Winkel α_p als auch zum winkelproportionalen Rastern des Lichtbündels (39, 39') von N_z Zeilen des Videobildes über einen Winkel α_z , dadurch gekennzeichnet, daß die Quelle (44, 44') zwei unabhängig voneinander modulierbare Lichtbündel (39, 39') emittiert, von denen das erste (39) mit der Videoinformation zum Beleuchten eines jeweils durch Rastern angesteuerten ersten Bildpunktes und das zweite mit der Videoinformation zum Beleuchten eines zweiten Bildpunktes moduliert sind, wobei die Videoinformation des zweiten Bildpunktes gegenüber der Videoinformation des ersten Bildpunktes um m_z Zeilen eines Bildes und m_p Bildpunkte einer Zeile, mit ganzen Zahlen $m_z \leq N_z$ und $m_p \leq N_p$ sowie m_z und/oder $m_p \neq 0$, versetzt ist, daß ein optisches System (40) vorgesehen ist, das die beiden Lichtbündel (39, 39') an einem gemeinsamen, in Lichtausbreitungsrichtung vor oder innerhalb der Ablenkeinrichtungen gelegenen reellen oder virtuellen Punkt (54) zusammenführt, von dem aus die beiden Lichtbündel (39, 39') unter einem vorgegebenen Winkel $m_z \times \alpha_z / N_z$ in Bildrasterrichtung sowie $m_p \times \alpha_p / N_p$ in Zeilenrasterrichtung auseinanderlaufen.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen Bildspeicher (80), aus dem die jeweiligen Zeilen für

- das erste und das zweite Lichtbündel (39, 39') synchron auslesbar sind, und eine Ablenkeinrichtung (88), zum Steuern der Quellen und/oder der Ablenkeinrichtung, um jede Zeile des Videobildes jeweils ausschließlich durch eines der beiden Lichtbündel (39, 39') zu rastern.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß $m_z \neq 0$ ist und das erste Lichtbündel (39) nur über ungerade oder nur über gerade Zeilenzahlen geführt ist und die Zahl m_z ungerade ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Lichtbündel (39) zum Rastern eines vollständigen Bildes über fortlaufende Zeilenzahlen und Bildpunktzahlen geführt wird.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ablenkeinrichtung (41, 42) einen Polygonspiegel (41) für das Rastern von N_p Bildpunkten in Zeilenrichtung aufweist und der gemeinsame Punkt (54) der Lichtbündel auf der jeweiligen ablenkenden Facette des Polygonspiegels (41) liegt.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ablenkeinrichtung (41, 42) für das Rastern von N_z Zeilen des Videobildes einen Schwenkspiegel (42) aufweist und der gemeinsame Punkt (54) auf der Oberfläche dieses Schwenkspiegels (42) liegt.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß für jedes der Lichtbündel (39, 39') ein Lichtleiter (66, 66', 74) vorgesehen ist, in den es von der Quelle aus eingeleitet ist, daß die ausgangsseitigen Enden der Lichtleiter (66, 66', 74) unter einem Abstand befestigt sind, und daß ausgangsseitig nachfolgend eine fokussierende Einrichtung (64) vorgesehen ist, in deren eingangsseitiger Brennebene die Ausgänge der Lichtleitfasern (66, 66', 74) liegen, wodurch das Licht aus dem jeweiligen Lichtleiter (66, 66', 74) einerseits parallelisiert ist und andererseits die beiden Lichtbündel (39, 39') unter Bildung der vorgegebenen Winkel α_p und α_z in einem Punkt (54) zusammengeführt sind.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Lichtleiter ausgangsseitig unter einem Winkel zur optischen Achse angeordnet ist, der betragsmäßig kleiner als 30° und insbesondere kleiner als 1° ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtleiter (66, 66') in einem integriert-optischen Bauelement (38') vorgesehen sind.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zwischen den Ausgängen der Lichtleiter (66, 66', 74) größer als $10 \mu\text{m}$, insbesondere größer als $30 \mu\text{m}$, und kleiner als 1 mm ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtleiter (66, 66') Kern und Mantel aufweisende Lichtleitfasern sind, die ausgangsseitig zusammengefügt sind, wobei die Mäntel an der Stelle zum Zusammenfügen abgeflacht sind, so daß die Kerne der beiden Lichtleitfasern ausgangsseitig einen Abstand größer als $10 \mu\text{m}$ aufweisen.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Ablenkeinrichtung einen in zwei Richtungen beweglichen Spiegel aufweist, auf dessen Oberfläche beide Lichtbündel (39, 39') in dem gemeinsamen Punkt (54) unter dem vorgegebenen Winkel zusammenlaufen, von dem aus dann die Lichtbündel (39, 39') reflektiert werden, und daß ein Antrieb für eine spiralförmige Bewegung des beweglichen Spiegels vorgesehen ist, wobei die Zeilen für die Größe m_z radial und die Bildpunkte für die Größe m_p in Fortschreitrichtung der so gerasterten Spirale gezählt sind.
13. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Quelle vier unabhängig voneinander modulierbare Lichtbündel (39, 39') emittiert, von denen zwei Lichtbündel (39, 39') verschiedene Bildpunkte unter einem Winkel α_p einer ersten Zeile eines Bildes schreiben und die zwei anderen Lichtbündel verschiedene Bildpunkte unter einem Winkel α_p in einer zweiten Zeile, die gegenüber der ersten Zeile um m_z Zeilen versetzt ist, schreiben.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Quellpunkte der Lichtbündel (39, 39') in Lichtrichtung gesehen auf einer Brennebene einer optischen Einrichtung im Rechteck angeordnet sind.
15. Herstellungsverfahren für eine Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 14 zur Darstellung eines Videobildes, für die eine mindestens ein intensitätsmoduliertes Lichtbündel (39, 39') emittierende Quelle (44, 44') sowie eine Ablenkeinrichtung (41, 42), sowohl zum winkelproportionalen Rastern von N_p Bildpunkten in Zeilen über einen Winkel α_p als auch zum winkelproportionalen Rastern von N_z Zeilen des Videobildes über einen Winkel α_z des Lichtbündels (39, 39'), vorgesehen werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Quelle (44, 44') für das Emittieren zweier unabhängig voneinander modulierbarer Lichtbündel (39, 39') ausgebildet wird, von denen das erste mit der Videoinformation zum Beleuchten eines jeweils durch Rastern angesteuerten ersten Bildpunktes und das zweite mit der Videoinformation zum Beleuchten eines zweiten Bildpunktes, wobei die Videoinformation des zweiten Bildpunktes gegenüber der des ersten Bildpunktes um m_z Zeilen eines Bildes und m_p Bildpunkte in einer Zeile versetzt ist, mit ganzen Zahlen $m_z \leq N_z$ und $m_p \leq N_p$ sowie m_z und/oder $m_p \neq 0$, moduliert werden, daß ein optisches System (40) vorgesehen wird, das die beiden Lichtbündel (39, 39') an einem gemeinsamen, in Lichtausbreitungsrichtung vor oder innerhalb der Ablenkeinrichtung gelegenen reellen oder virtuellen Punkt (54) zusammenführt, von dem aus die beiden Lichtbündel (39, 39') unter einem vorgegebenen Winkel der Größe $m_z \times \alpha_z / N_z$ in Bildrasterrichtung sowie $m_p \times \alpha_p / N_p$ in Zeilenrasterrichtung auseinanderlaufen, und daß die Ablenkeinrichtung (41, 42) bezüglich der beiden Lichtbündel (39, 39') für das synchrone Rastern der beiden Lichtbündel (39, 39') über diejenigen Bildpunkte, für welche die Lichtbündel (39, 39') jeweils intensitätsmoduliert sind, angeordnet wird.
16. Verfahren zur Darstellung eines Videobildes, bei dem mindestens ein intensitätsmoduliertes Lichtbündel (39, 39') aus einer Quelle (44, 44') emittiert sowie mittels einer Ablenkeinrichtung (41, 42), sowohl zum winkelproportionalen Rastern von N_p Bildpunkten in Zeilen über einen Winkel α_p als auch zum winkelproportionalen Rastern von N_z Zeilen des Bildes über einen Winkel α_z , abgelenkt wird, dadurch gekennzeichnet, daß von der Quelle (44, 44') zwei Lichtbündel (39, 39') emittiert werden, von denen das erste (39) mit der Videoinformation zum Beleuchten eines jeweils durch Rastern angesteuerten ersten Bildpunktes und das zweite (39') mit der Videoinformation eines zweiten Bildpunktes, wobei die Videoinformation des zweiten Bildpunktes gegenüber der des ersten Bildpunktes um m_z Zeilen und m_p Bildpunkte versetzt ist, mit ganzen Zahlen $m_z \leq N_z$ und $m_p \leq N_p$ sowie m_z und/oder $m_p \neq 0$, moduliert werden und daß die beiden Lichtbündel (39, 39') mittels eines optischen Systems (40) an einem ge-

meinsamen, in Lichtausbreitungsrichtung vor oder innerhalb der Ablenkeinrichtung (41, 42) gelegenen reellen oder virtuellen Punkt (54) zusammengeführt werden, von dem aus die beiden Lichtbündel (39, 39') unter einem vorgegebenen Winkel der Größe $m_z \times \alpha_z / N_z$ in Bildrastrichtung sowie $m_p \times \alpha_p / N_p$ in Zeilenrasterrichtung auseinanderlaufen.

5

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

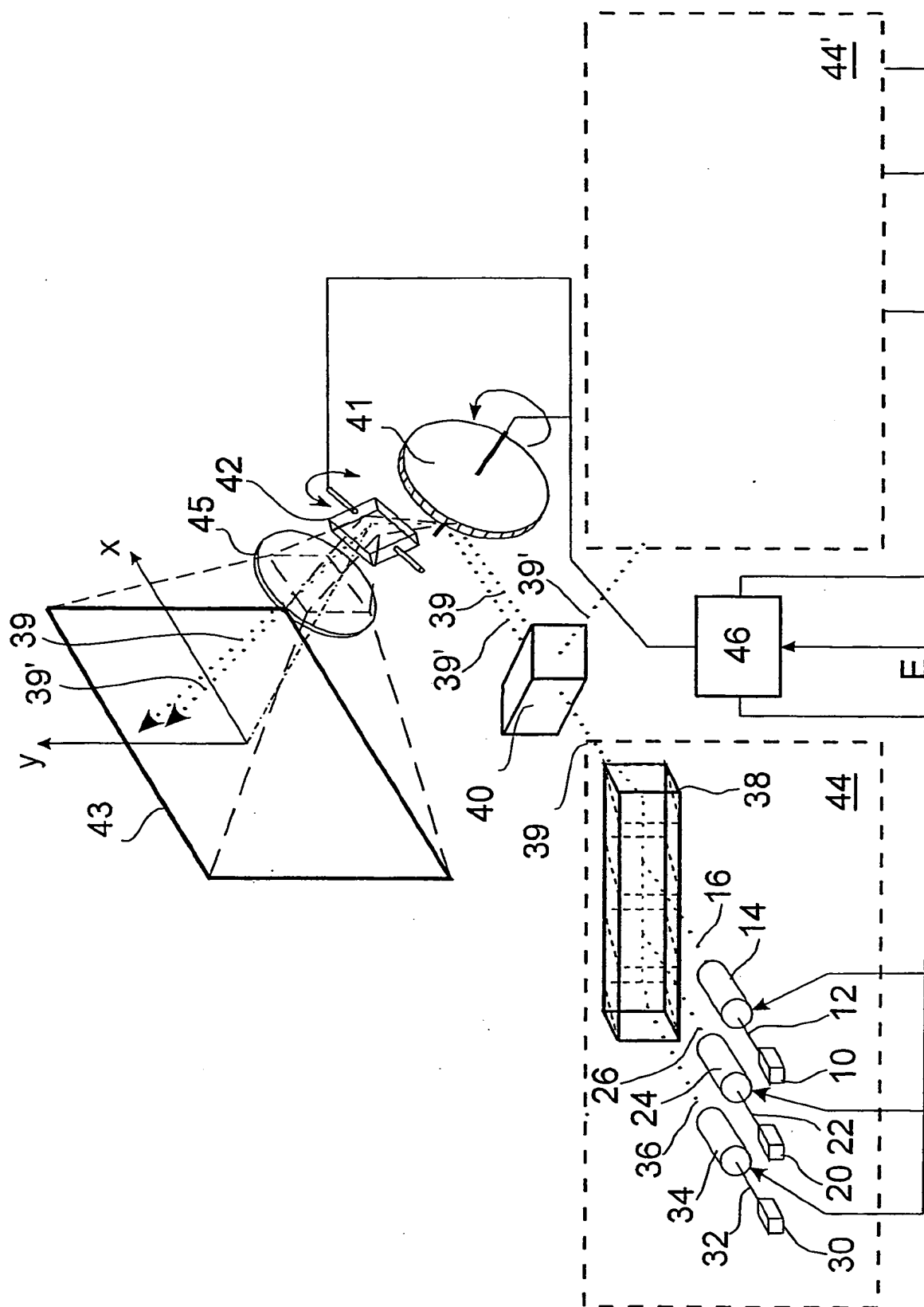
45

50

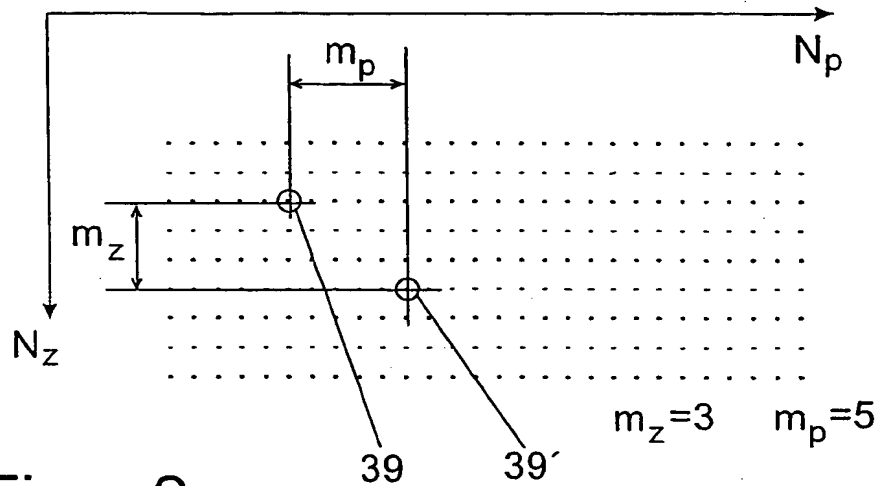
55

60

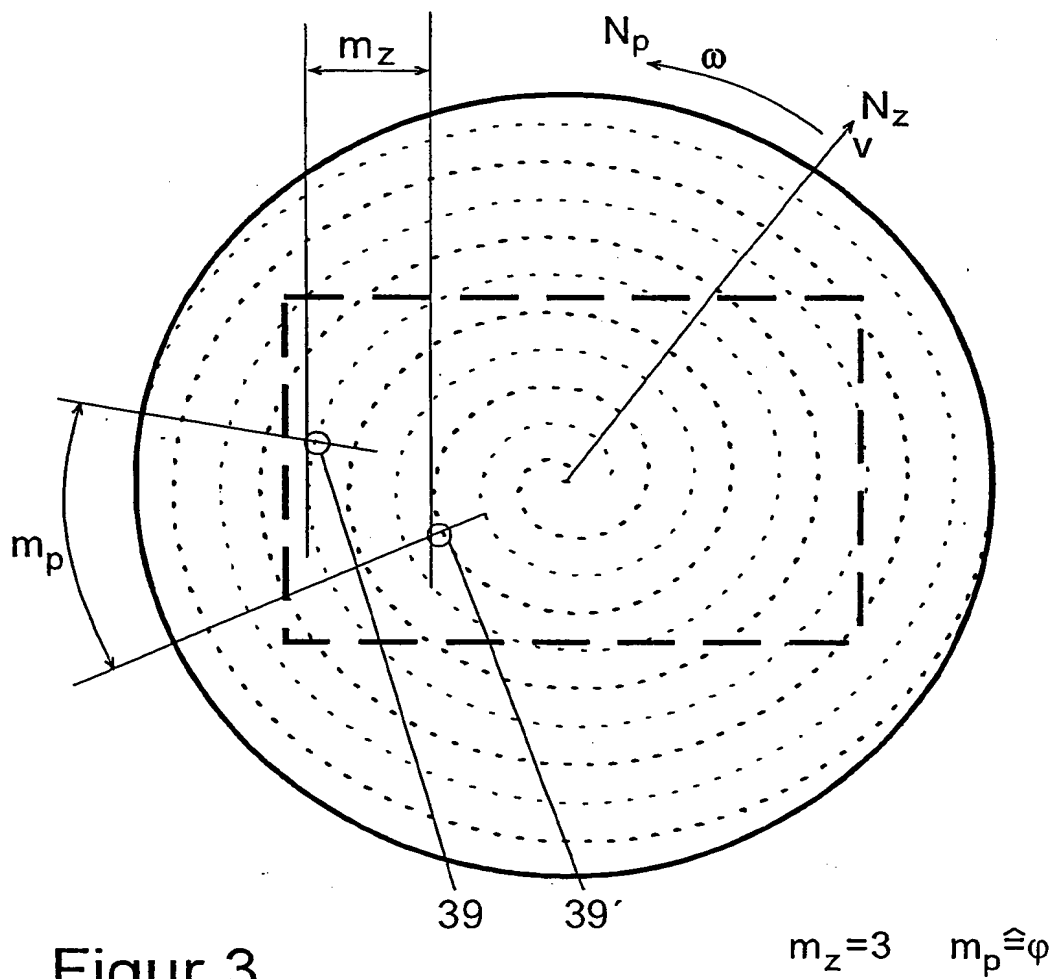
65



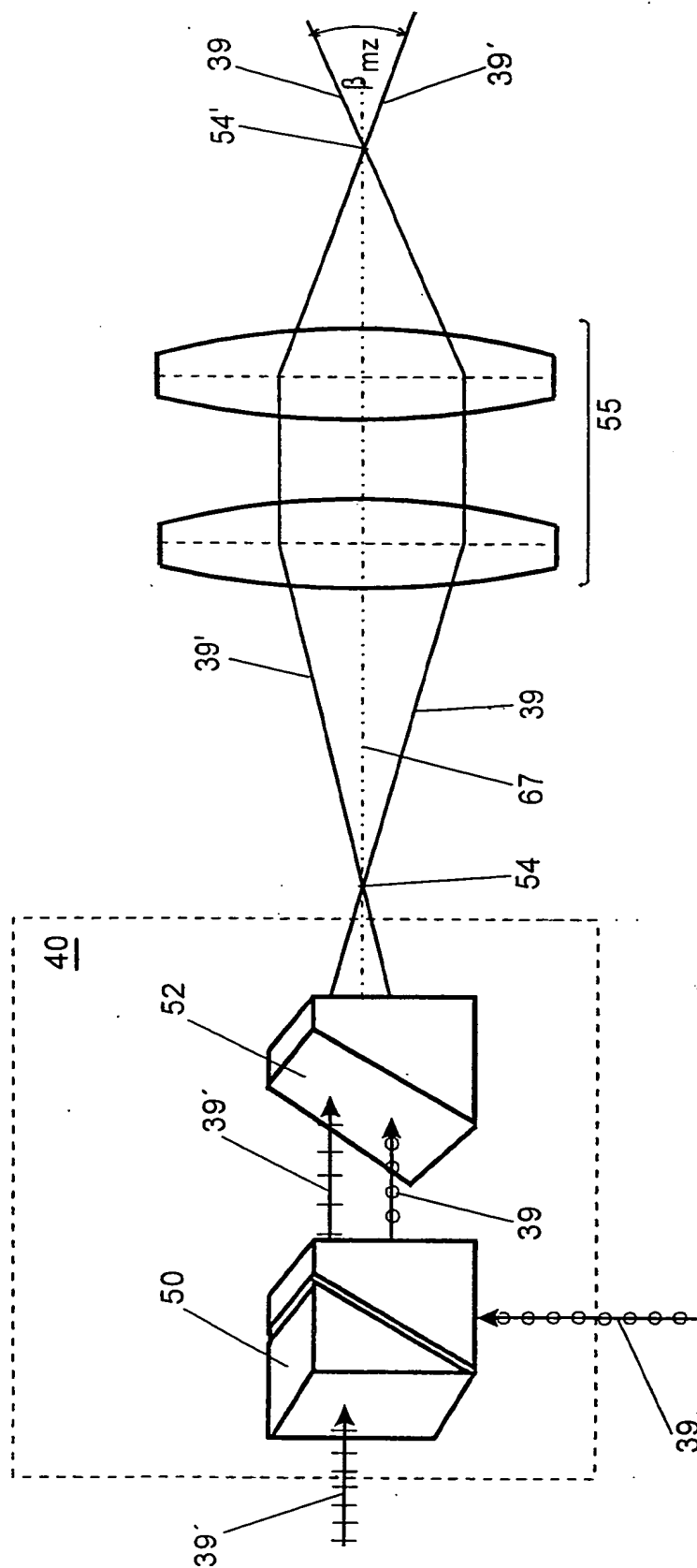
Figur 1



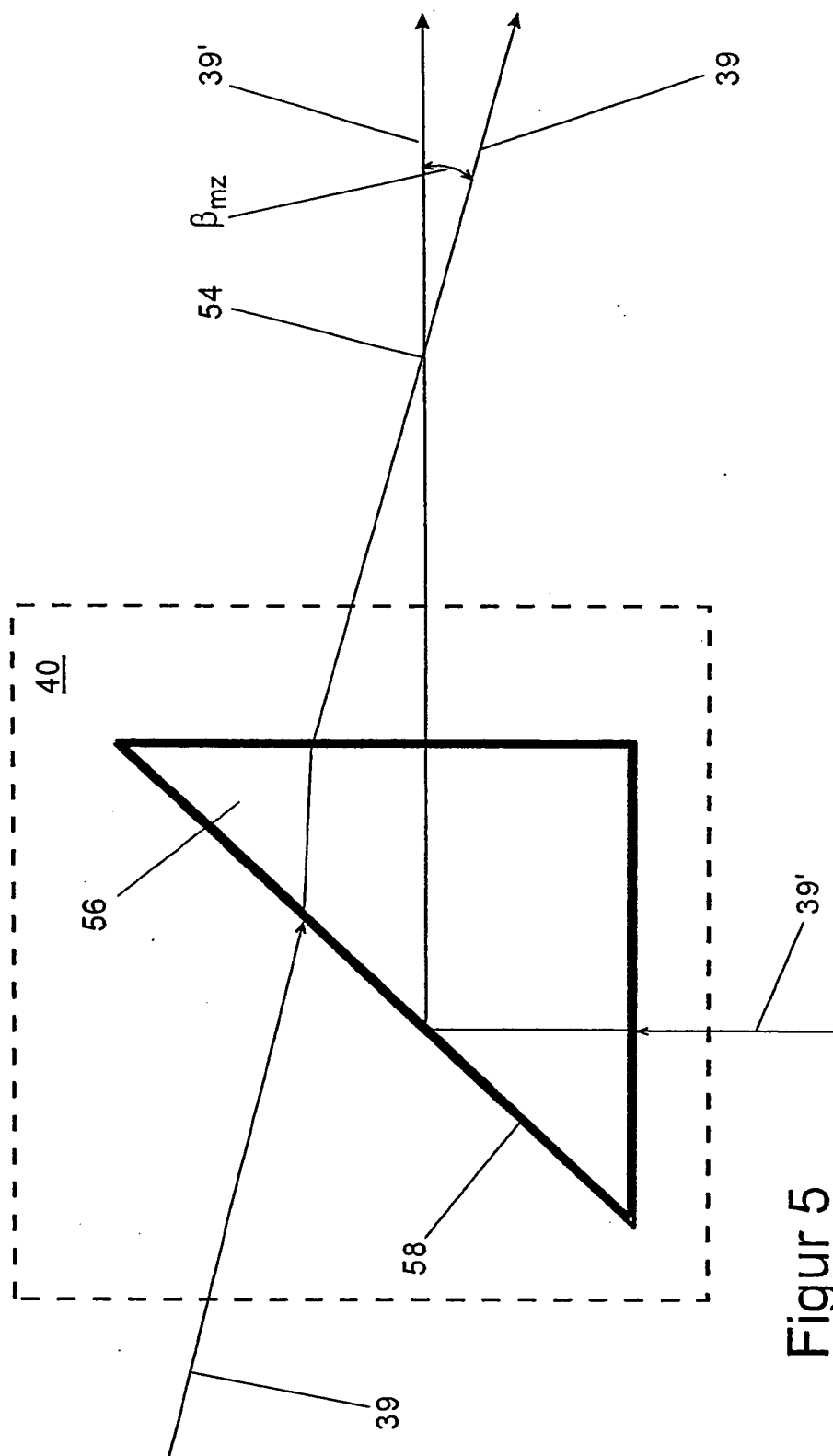
Figur 2



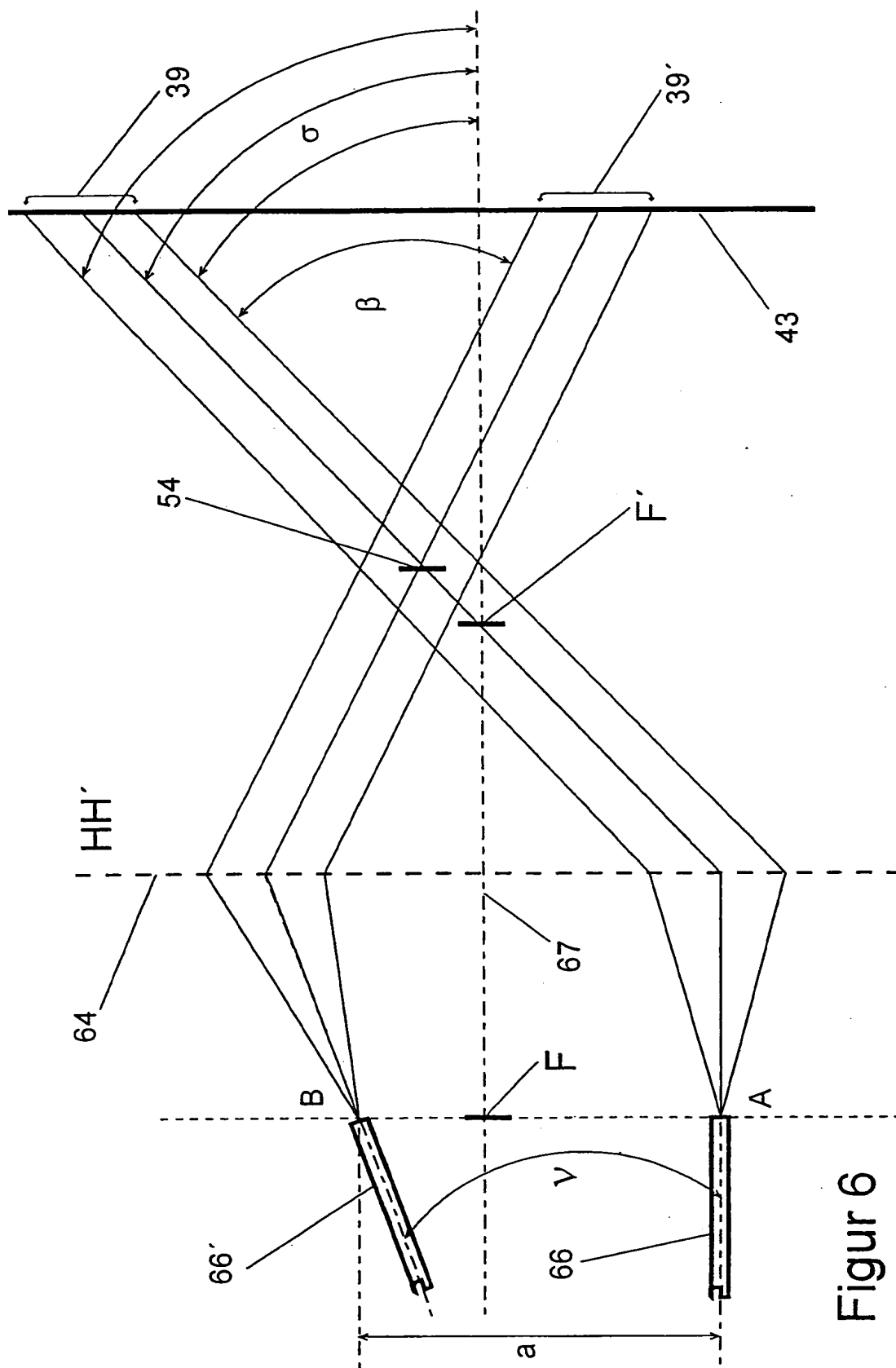
Figur 3



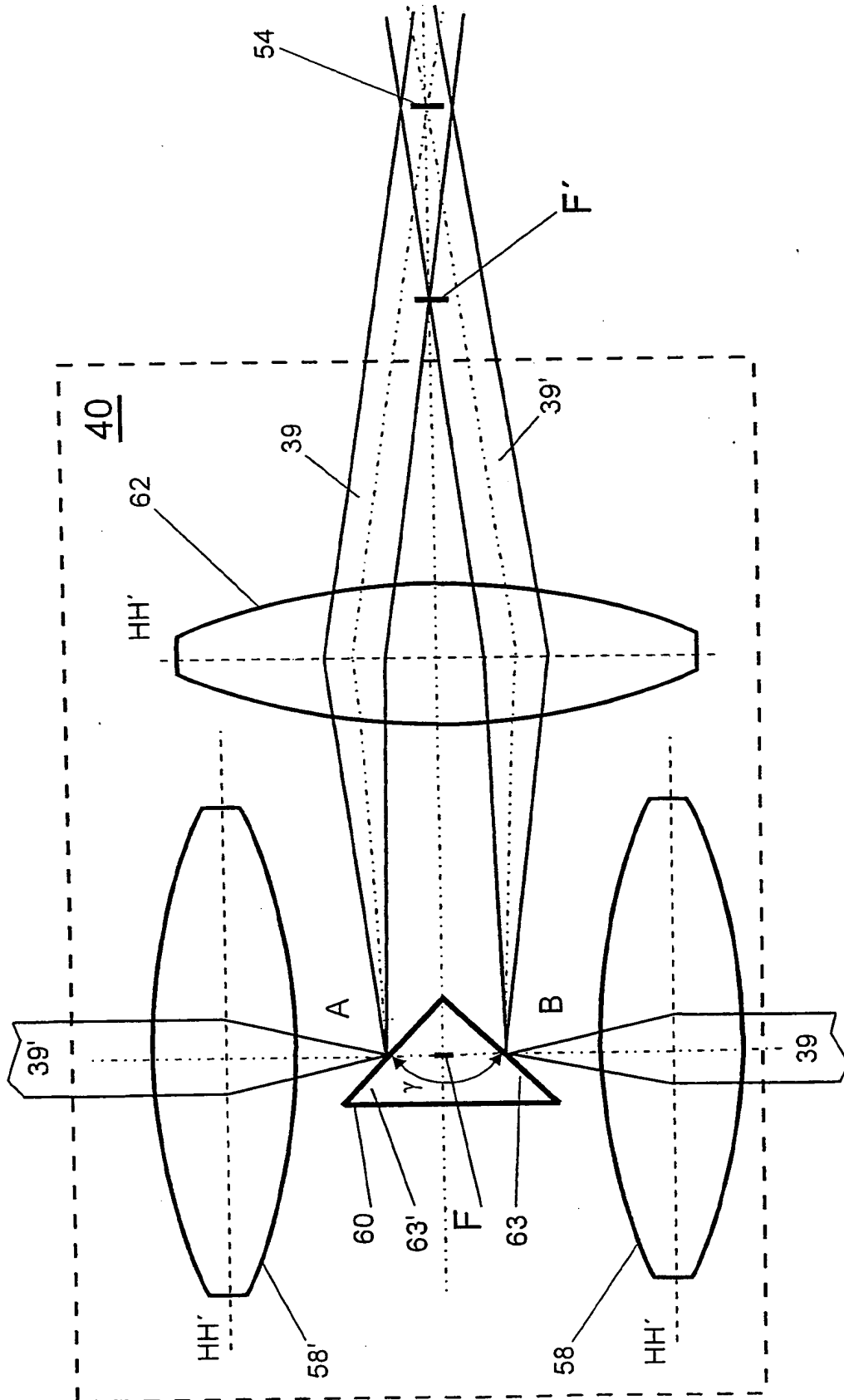
Figur 4



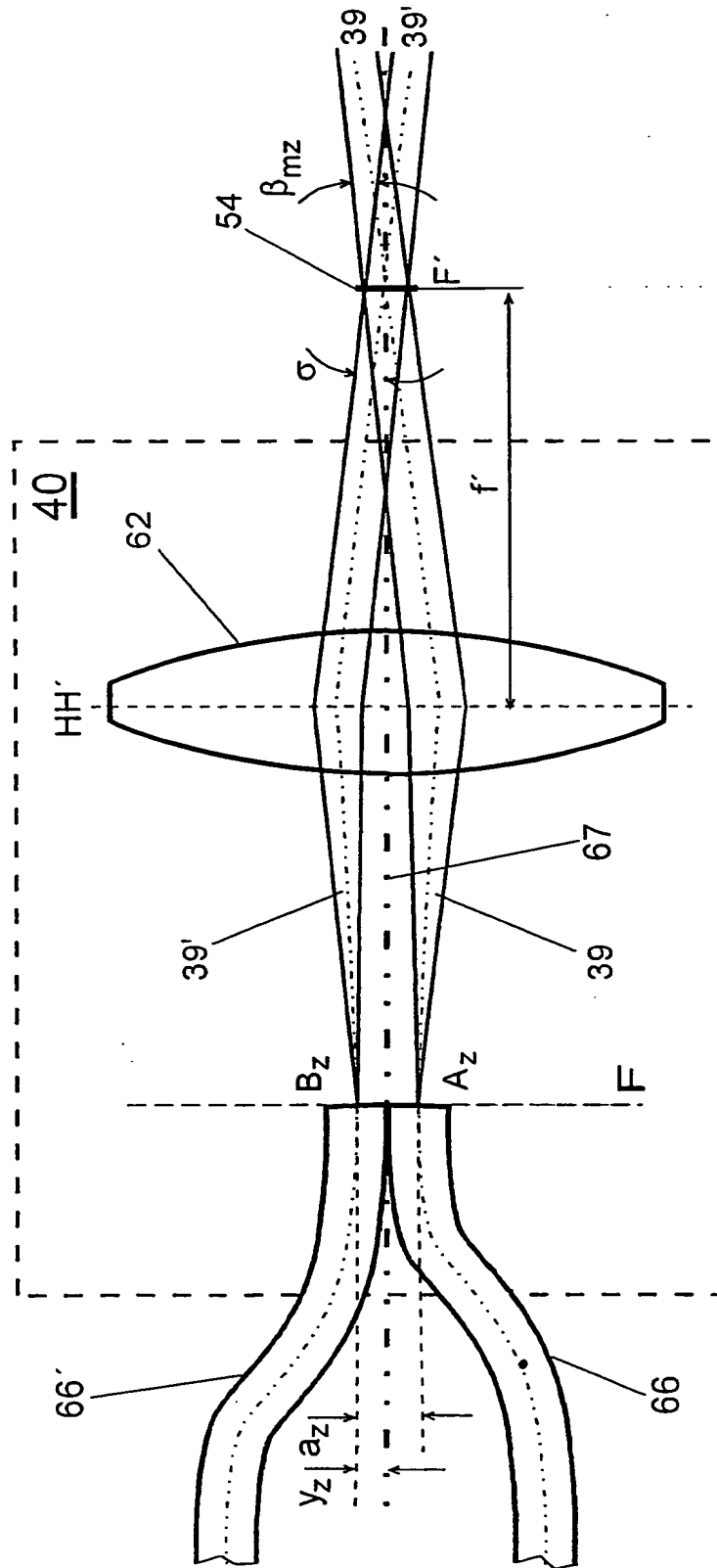
Figur 5



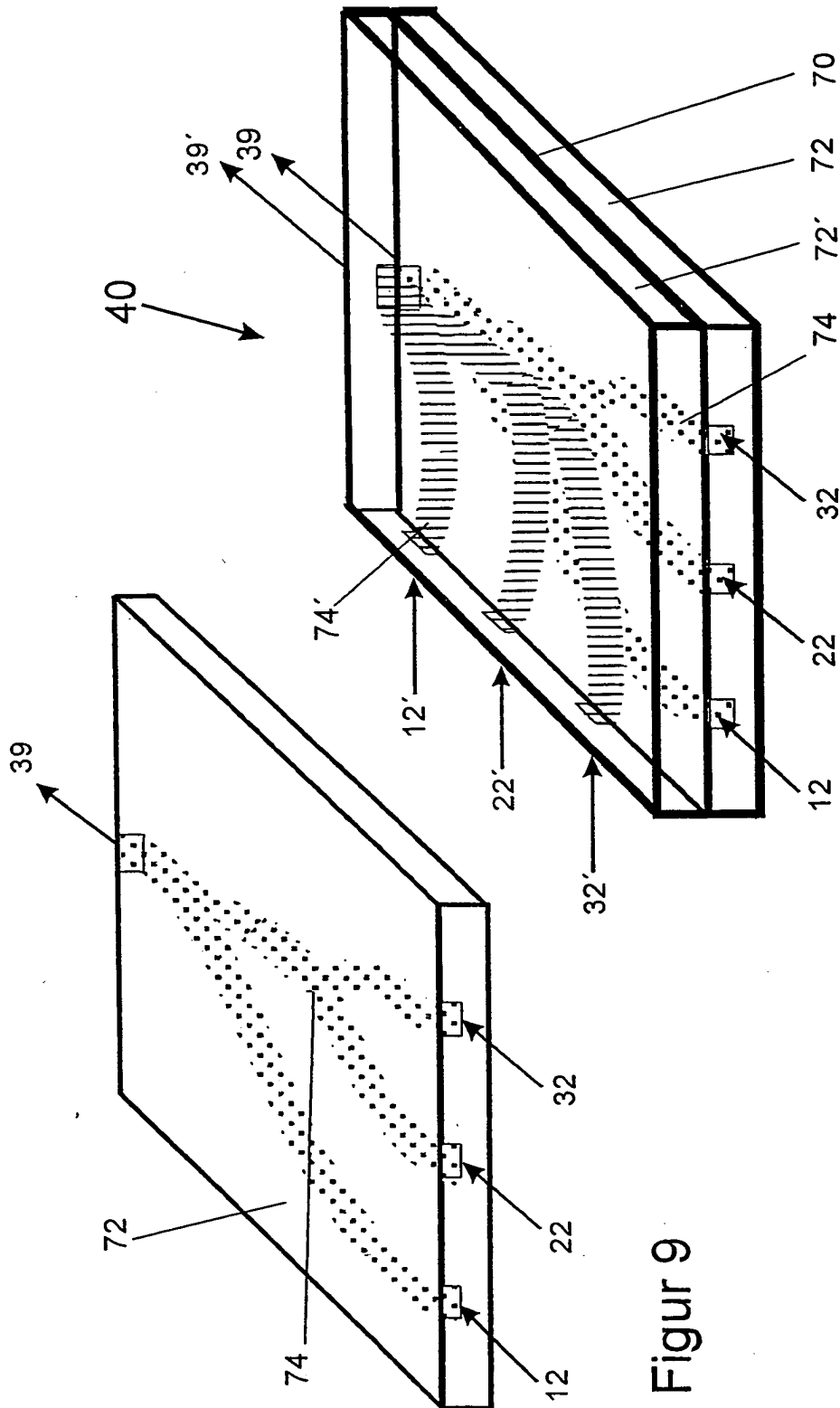
Figur 6



Figur 7

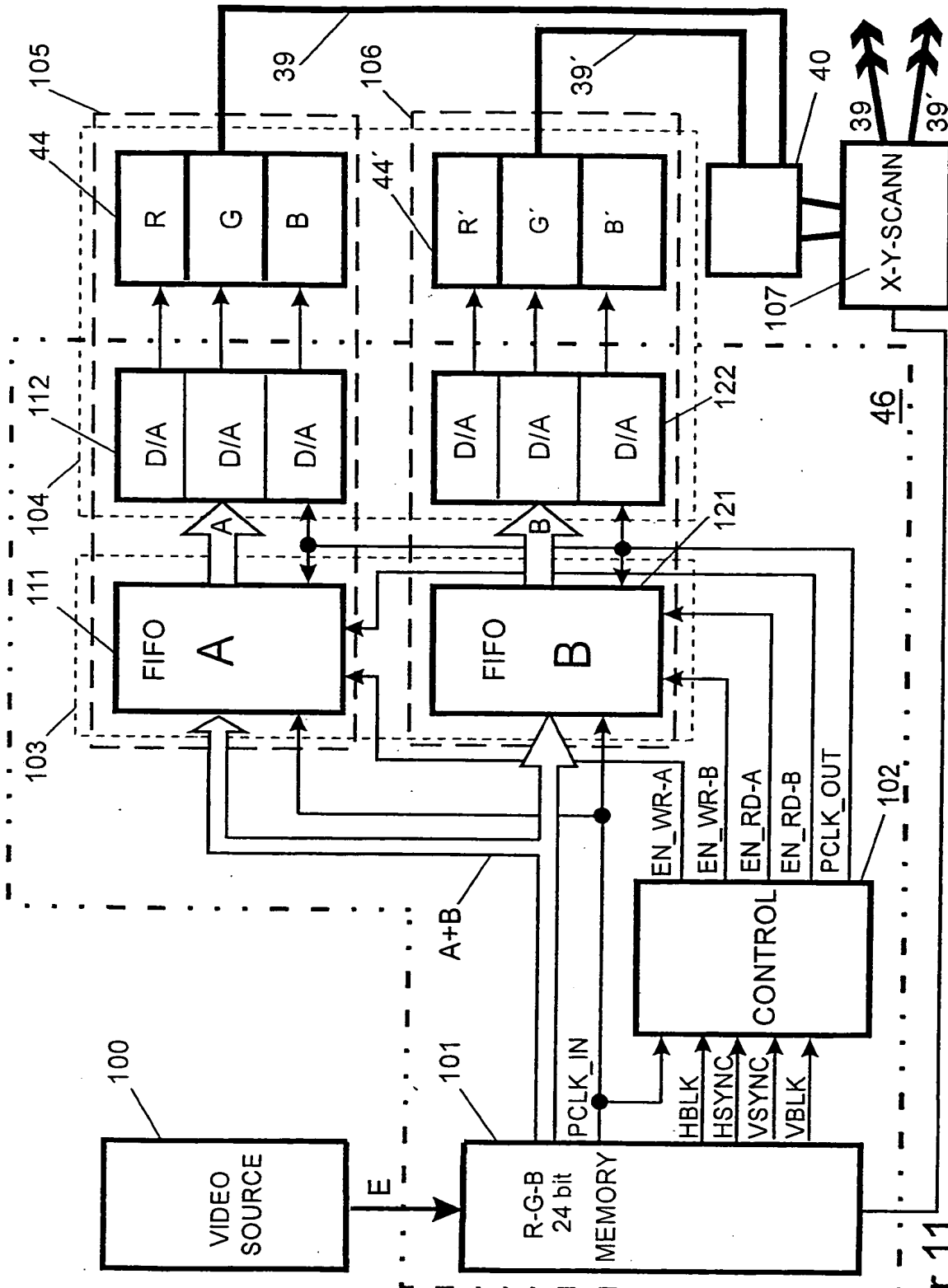


Figur 8

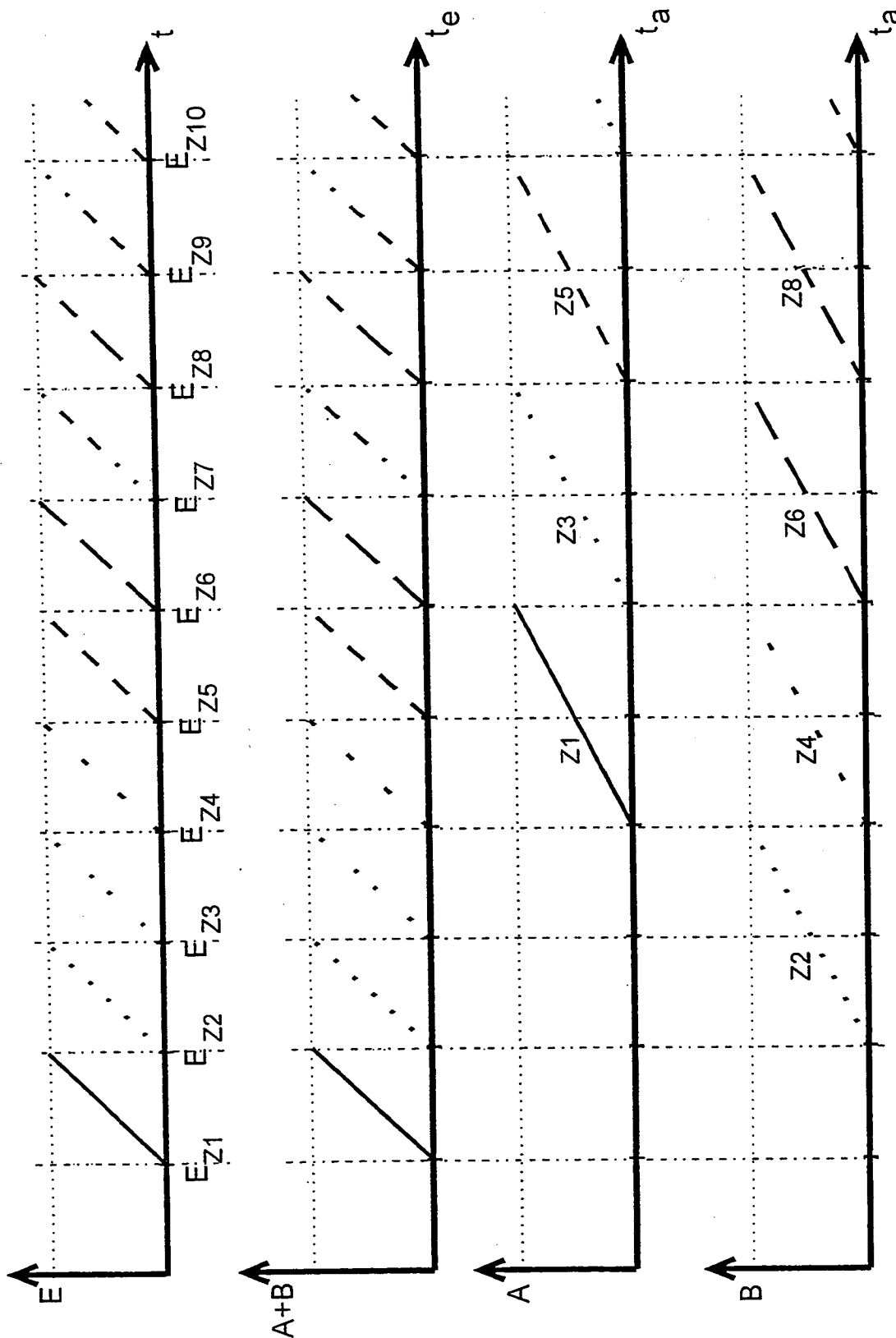


Figur 9

Figur 10



Figur 11



Figur 12